

LA SALINITÉ DE SURFACE DANS L'OCÉAN PACIFIQUE TROPICAL SUD-OUEST

THE NAVIFACIAL SALINITY IN THE TROPICAL SOUTH WEST PACIFIC OCEAN

JEAN-RENÉ DONGUY, CHRISTIAN HENIN

O.R.S.T.O.M., B.P. 45, Nouméa-Cedex

RÉSUMÉ

Toutes les données de surfaces disponibles de 1956 à 1973 ont été compilées pour dresser deux cartes par année de la salinité de surface entre 150° E et 130° W et entre 10° N et 25° S ; en 1973 et 1974, quatre cartes par an ont pu être produites. Sur chaque carte, les principaux traits observés sont les suivants : au sud de 10° S et à l'est de 160° W, le maximum de salinité tropical s'étend vers l'ouest au sud de l'équateur ; de 5° S à 20° S et à l'ouest de 160° W, un minimum de salinité persiste toute l'année. Ces caractéristiques sont principalement dues aux conditions météorologiques telles qu'une forte évaporation entraînant le maximum de salinité, le vent d'est sur l'équateur qui induit un upwelling décelable par une forte salinité de surface, la zone de convergence des vents qui amène des précipitations et en conséquence une faible salinité. Cependant, certaines années, des conditions hydrologiques complètement anormales peuvent apparaître, comme en 1958 et 1973.

ABSTRACT

Unlike the surface temperature, the navifacial salinity has been neglected up until now but oceanographers are taking more and more interest in the investigation of its variability. From seasonal charts, the variations of the navifacial water-masses defined by their temperature and salinity are pointed out. The continuous comparison of the oceanic surface with the low atmosphere leads to new ideas. Biological applications also appear such as the environmental study of the tuna larvae.

All available navifacial data from 1956 to 1973 have been compiled to produce two charts per year of surface salinity between 150° E and 130° W and between 10° N and 25° S ; in 1973 and 1974 four charts per year have been presented. On each chart the following main features are observed : south of 10° S and east of 160° W the tropical salinity maximum extending westward south of the equator ; and a salinity minimum from 5° S to 20° S and west of 160° W. These features are due mainly to the meteorological conditions such as the high evaporation leading to the maximum of salinity, the east wind on the equator inducing an upwelling with high salinity, the convergence zone of the wind bringing rainfall and consequently low salinity. However, in some years, completely anomalous hydrographic conditions may occur, as in 1958 and 1973.

INTRODUCTION

Depuis janvier 1975, le Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa en collaboration avec le C.S.I.R.O. (Division of Fisheries and Oceanography, Australie) est capable d'établir des cartes mensuelles de salinité de surface qui couvrent le Pacifique tropical sud-ouest, c'est-à-dire la zone limitée au nord par 10° N, au sud par 25° S, à l'ouest par l'Australie et à l'est par 130° W. Ainsi, depuis cette date, une surveillance continue est exercée dans le Pacifique tropical sud-ouest. Pour se faire une idée, même incomplète, des conditions de surface antérieures à 1975, il a été nécessaire de compiler pour les années 1956-1974 toutes les données de surface disponibles comprenant la salinité. Ces données ont été aimablement fournies par le National Oceanographic Data Center (U.S.A.), le Centre Mondial des Données A (Washington) et le Japan Oceanographic Data Center. Les observations de surface provenant du C.S.I.R.O. (Cronulla, Australie), du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (S.H.O.M. Paris) et du National Marine Fisheries Service (Honolulu) y ont été jointes. Il a donc été possible d'établir pour chaque année de 1956 à 1973, deux cartes par an de salinité de surface et quatre cartes par an depuis 1973.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE LA SALINITÉ DE SURFACE

La température de surface est souvent présentée en cartes mensuelles, hebdomadaires ou même journalières. En effet, ce paramètre est facilement accessible à l'aide d'un bon thermomètre ; de plus, les satellites artificiels, dans de bonnes conditions, peuvent donner une description continue de la température superficielle de l'océan. Cette surveillance est motivée par l'industrie de la pêche qui utilise cette donnée pour diriger ses flottilles. La salinité de surface, au contraire, a été négligée jusqu'à présent ; elle est en effet plus difficile que la température à appréhender parce qu'elle ne peut être mesurée qu'à l'aide d'appareils coûteux et compliqués et qu'aucune industrie n'utilise actuellement cette donnée.

Les océanographes, après les opérations descriptives des dix années passées, s'intéressent de plus en plus aux variabilités suivant différentes échelles de temps et la publication de cartes saisonnières de la salinité de surface prend une valeur nouvelle. La continuité des observations révèle les changements saisonniers des masses d'eau définies par la température et la salinité ainsi que leur succession. Les relations entre l'atmosphère et l'océan constituent une direction de recherche importante qui a seule-

INTRODUCTION

Since January 1975, the Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa in collaboration with the C.S.I.R.O. Division of Fisheries and Oceanography (Australia) has been able to establish monthly charts of navifacial salinity covering the south-west tropical Pacific, that is to say the area bounded in the north by 10° N, in the south by 25° S, in the west by Australia and in the east by 130° W. So, starting from this date, a continuous survey occurs in the south-west tropical Pacific. To have a view, even incomplete, of the earlier navifacial conditions, it has been necessary to compile for the years 1956-1974 all available surface data including the salinity. The data have been kindly supplied by the U.S. National Oceanographic Data Center, the World Data Center and the Japan Oceanographic Data Center. The navifacial observations from the C.S.I.R.O. (Cronulla, Australia), the Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, the Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (S.H.O.M., Paris) and the National Marine Fisheries Service (Honolulu) have been added. Hence, it has been possible to draw up for each year from 1956 to 1973, two half-yearly charts of surface salinity and four quarterly charts since 1973.

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE NAVIFACIAL SALINITY

The navifacial temperature is often set out in monthly charts, weekly ones and even daily ones. Indeed this parameter is easily obtained with the help of a good thermometer ; in addition, the unmanned spacecrafts, in good conditions, may take pictures continuously of the surface temperature of the ocean. This survey is motivated by the fishery industry which uses the data to direct its fishing fleets. However the navifacial salinity is a factor neglected up until now. It is indeed more difficult to record than the temperature because it involves a costly and complicated apparatus and also because industry is not yet using the data.

The oceanographers' interest, after the descriptive operations of the past ten years, lies more and more in the variabilities at different time scales and the publication of consecutive seasonal charts of surface salinity takes on a new light. The continuity of observations reveals seasonal changes of the water masses defined by the temperature and salinity and possibly their sequence. The field of air-sea interaction is very large and has been tackled only from laboratory-buoys. The continuous comparison of oceanic surface with the low atmosphere, rarely made through lack

ment été abordée à partir de bouées-laboratoires. La comparaison permanente de la surface océanique avec la basse atmosphère, rarement effectuée par suite de l'absence d'observations de surface, conduit à des considérations nouvelles. Dans le Pacifique occidental tropical, l'apparition des masses d'eau de surface caractéristiques peut être parfaitement expliquée par les conditions météorologiques : une eau de faible salinité est toujours associée à la présence de la zone de convergence des vents ou à la présence de pluie amenée par le vent d'ouest tandis qu'une eau de forte salinité est liée à une forte évaporation ou à un upwelling induit par le vent.

Des recherches récentes montrent que la survie des larves des poissons pélagiques dépend des conditions de surface : les larves de thon, par exemple, semblent se développer seulement dans de l'eau chaude et peu salée. Un changement brutal et inopiné de ces conditions provoque une mortalité importante qui se répercute sur les tonnages pêchés quelques années après. Grâce à des données de surface en nombre suffisant, il serait donc possible de gérer plus rationnellement la pêche des thunides et d'éviter la destruction, par ignorance, de stocks subsistant dans des conditions précaires.

Les saisons thermiques (hiver et été) ne coïncident pas nécessairement avec des salinités de surface caractéristiques. Ces dernières sont plutôt reliées aux précipitations : d'après HIRES et MONTGOMERY (1972), un minimum de salinité homogène apparaît localement trois mois après une période de forte précipitation. Comme dans le Pacifique sud-ouest, la saison des pluies commence en octobre et se termine en avril, il est logique de supposer que la période de faible salinité dure de janvier à juin et celle de forte salinité de juillet à décembre.

LES GRANDS TRAITS DE LA SALINITÉ DE SURFACE DANS LE PACIFIQUE TROPICAL SUD-OUEST

Les grands traits de la salinité de surface dans le Pacifique sud-ouest ont été décrits dans plusieurs Atlas et quelques publications, telles que le MORSKOI Atlas ISAKOV *et al.*, 1953), l'Atlas Océanique de l'Océan Pacifique (Ministère de la Marine, URSS 1974), l'Océanographic Atlas of the Pacific Ocean (BARKLEY, 1968), les publications de REID (1969) et HIRES et MONTGOMERY (1972). Généralement, pour établir des cartes saisonnières, les données disponibles sont moyennées ou sélectionnées à partir de nombreuses années d'observations ; il existe beaucoup plus de données disponibles dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Néanmoins, des cartes mensuelles de salinité de surface en Mer de Corail et de Tasman sont publiées depuis 1967 par le C.S.I.R.O. (Cronulla, Australie).

of surface observations, leads to new considerations. In the Western Pacific, the appearance of some kinds of surface water masses may be perfectly explained by meteorological conditions: low-salinity water is always associated with the presence of the convergence zone of the wind or with the presence of rain bearing west wind, the high-salinity waters are associated with high evaporation or with an upwelling induced by winds.

Recent research points out that the survival of fish larvae is directly connected with the navifacial conditions: the tuna larvae, for example, live only in warm water with low-salinity. An anomalous change of these parameters would cause a high mortality noticeable two years later by decreased catches. With sufficient surface data, it would be possible to organize tuna fishing more rationally and avoid the destruction, through ignorance, of stocks existing in precarious conditions.

The thermal seasons (winter or summer) do not coincide necessarily with characteristic navifacial salinities. These latter are connected with the precipitations: according to HIRES and MONTGOMERY (1972), an homogeneous salinity minimum appears locally three months after a high rainfall period. As in the South Western Pacific the rainy season starts in October and ends in April, it is logical to suppose that the low-salinity period lasts from January to June and high-salinity from July to December.

MAIN FEATURES OF THE NAVIFACIAL SALINITY IN THE SOUTH-WEST TROPICAL PACIFIC

The main features of the navifacial salinity in the South-West Pacific have been described in several Atlases and some publications, such as MORSKOI Atlas (ISAKOV and al., 1953), the Oceanic Atlas (1974), the Oceanographic Atlas of the Pacific Ocean (BARKLEY, 1968), the publications of REID (1969) and HIRES and MONTGOMERY (1972). Generally, the available data are averaged or selected from many years of observations to establish a seasonal chart. More data are available in the northern hemisphere than in the southern one. However, monthly charts of navifacial salinity in the Tasman and Coral Seas have been published since 1967 by C.S.I.R.O. (Cronulla, Australia).

Establishing navifacial salinity charts for two or several standard seasons by average or selection of the data is not sufficient to understand the surface features of the ocean in connection with the meteorolo-

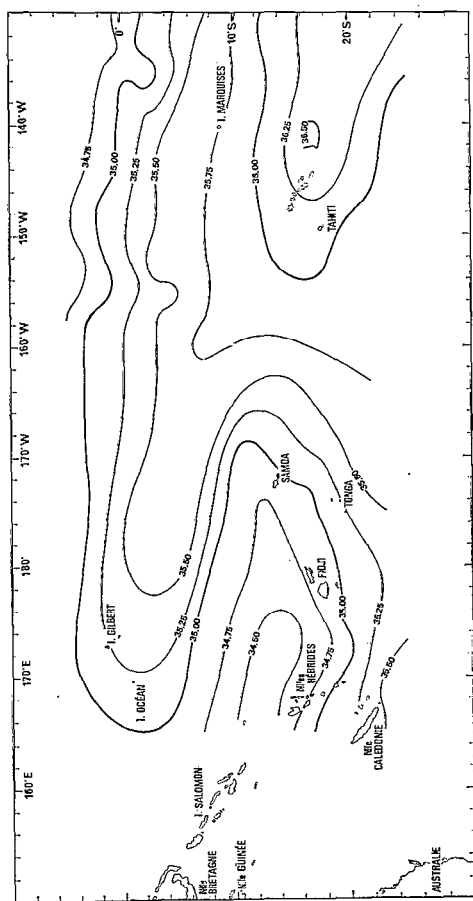


Fig. 1. — Salinité de surface moyenne 1956-1974.
Mean surface salinity 1956-1974.

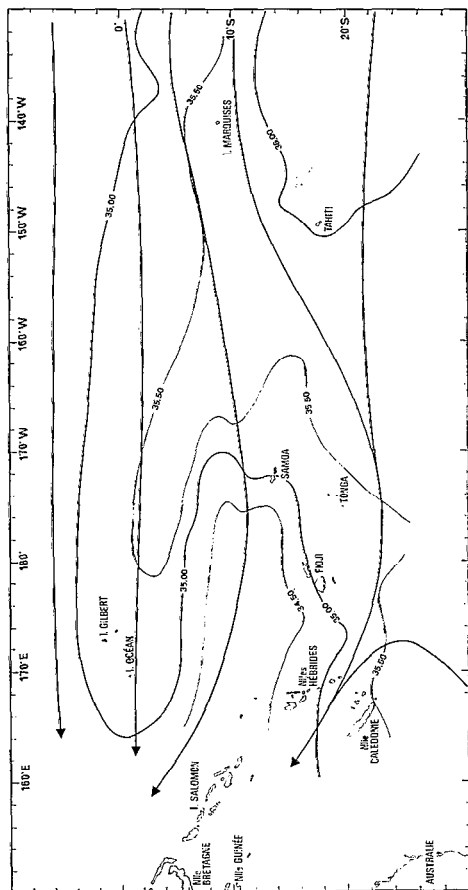


Fig. 3. — Salinité de surface moyenne, avril-juin 1956-1974. La direction du vent est marquée par des flèches et la zone de convergence intertropicale des vents par une ligne discontinue.

Mean surface salinity, April-June 1956-1974. The direction of the wind is marked by arrows, and the intertropical convergence zone of the winds by the dashed line.

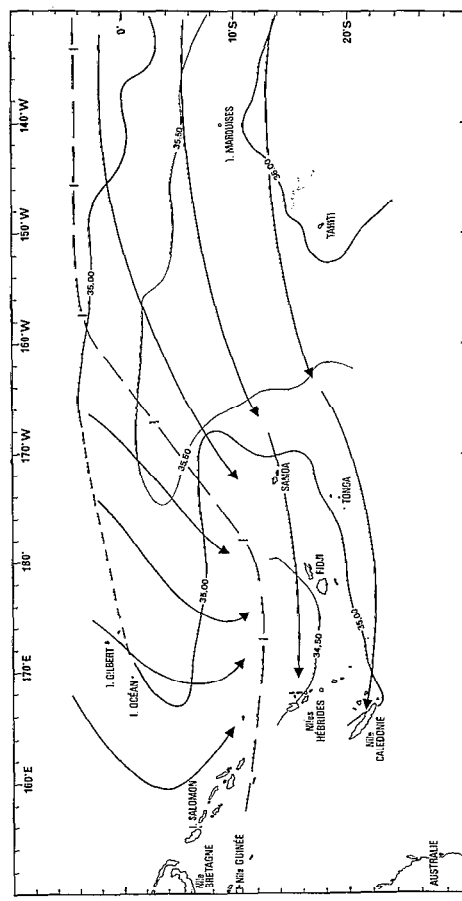


Fig. 2. — Salinité de surface moyenne, janvier-mars 1956-1974. La direction du vent est marquée par des flèches et la zone de convergence intertropicale des vents par une ligne discontinue.

Mean surface salinity, January-March 1956-1974. The direction of the wind is marked by arrows, and the intertropical convergence zone of the winds by the dashed line.

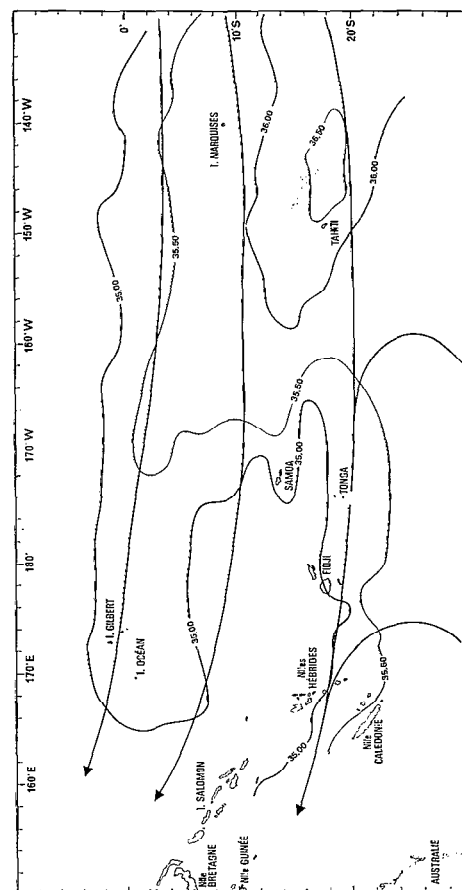


Fig. 4. — Salinité de surface moyenne, juillet-septembre 1956-1974. La direction du vent est marquée par des flèches et la zone de convergence intertropicale des vents par une ligne discontinue.

Mean surface salinity, July–September 1956–1974. The direction of the wind is marked by arrows, and the intertropical convergence zone of the winds by the dashed line.

Si l'on veut saisir les caractéristiques de la surface de l'océan et comprendre leurs relations avec les conditions météorologiques, il ne suffit pas d'établir des cartes de salinité pour deux ou plusieurs saisons avec la moyenne ou une sélection des données. Les variations saisonnières ont des amplitudes variées et, certaines années, des conditions hydrologiques complètement anormales peuvent apparaître.

Toutes les données disponibles ont été utilisées pour établir la carte de salinité de surface moyenne (fig. 1). Sur cette carte ainsi que sur celles dressées pour chaque année, les principaux traits sont les suivants :

Au sud de 10° S et à l'est de 160° W, le maximum tropical de salinité qui atteint généralement $36,0\text{‰}$ est dû à la forte évaporation caractéristique de la région. Ce maximum se prolonge vers l'ouest entre l'équateur et 5° S jusqu'à 160° E avec des valeurs supérieures à $35,0\text{‰}$ dues à l'upwelling équatorial induit par des vents de composante Est.

De 5° S à 20° S, à l'ouest de 160° W, un minimum de salinité généralement inférieur à $35,0\text{‰}$ a une extension et une intensité qui dépendent de la saison. Ce minimum est dû à la présence pendant la moitié de l'année de la zone de convergence des vents qui amène des précipitations.

Ces caractéristiques ressemblent à celles présentées par REID (1969). La variabilité des conditions de surface dans le Pacifique tropical sud a été soulignée par HIRES and MONTGOMERY (1972). DONGUY, HENIN et ROUGERIE (1974) ont montré qu'il était possible que, par suite de conditions météorologiques favorables, les eaux de faible salinité s'étendent très loin vers l'est. DONGUY et HENIN (1974, 1975) ont montré que les masses d'eau de surface du Pacifique tropical sud-ouest étaient formées localement par suite principalement des conditions météorologiques. Enfin, DONGUY et HENIN (1976a) ont relevé des années où la salinité de surface du Pacifique tropical sud était anormale.

Les caractéristiques de la figure 1 se retrouvent avec quelques variations sur les cartes de salinité de surface dressées à l'aide des données obtenues de 1956 à 1974 de janvier à mars (fig. 2), d'avril à juin (fig. 3), de juillet à septembre (fig. 4) et d'octobre à décembre (fig. 5). Le champ de vent normal pour chaque saison (ATKINSON et SADLER, 1970) y est aussi figuré.

De janvier à mars (fig. 2), la zone de convergence intertropicale des vents est située à 12° S à l'ouest de 180° et à 5° N à l'est de 160° W. En conséquence, au sud de la zone de convergence, les vents soufflent du nord-est ou de l'est ; au nord de la zone de convergence, les vents soufflent du nord-est sur l'équateur et sont déviés au nord-ouest au sud de 5° S. Les vents de nord-est induisent l'upwelling équatorial et les vents de nord-ouest qui amènent des précipitations expliquent le minimum de salinité à environ 12° S.

gical conditions. The seasonal variations have various amplitudes, and, in some years, completely anomalous hydrographic conditions may occur.

All the pooled data have been used to establish the chart of mean surface salinity (fig. 1). On this chart, as also on those drawn for each year, the main features appear as follows.

South of 10° S and east of 160° W, the tropical salinity maximum reaching generally $36,0\text{‰}$ is due to the high evaporation occurring in this area. This maximum extends westward between the equator and 5° S to 160° E with values greater than $35,0\text{‰}$, because of the equatorial upwelling induced by east component winds.

From 5° S to 20° S, west of 160° W, a minimum of salinity generally less than $35,0\text{‰}$ has a spreading and an intensity depending on the season. It is due to the presence during half the year of the convergence zone of the winds bringing rainfall.

These characteristics resemble those revealed by REID (1969). The variability of the navifacial features in the tropical south Pacific has been pointed out by HIRES and MONTGOMERY (1972). DONGUY, HENIN, ROUGERIE (1974) have shown it was possible that the low-salinity waters spread far away eastward with favourable meteorological conditions. DONGUY and HENIN (1974, 1975) have pointed out the surface water masses of the south-west tropical Pacific were formed locally in great measure by the meteorological conditions. Finally, DONGUY and HENIN (1976a) have revealed years when the navifacial salinity of the south tropical Pacific is anomalous.

The characteristics of the figure 1 occur with some variations on the chart of navifacial salinity drawn with the 1956-1974 data from January to March (fig. 2), from April to June (fig. 3), from July to September (fig. 4) and from October to December (fig. 5). The normal wind-field for each season (ATKINSON and SADLER, 1970) is also represented.

From January to March (fig. 2), the intertropical convergence zone of the wind lies at 12° S west of 180° and at 5° N east of 160° W. Accordingly, south of the convergence zone, the winds are northe st or east ; north of the convergence zone, the wind are northeast on the equator and are deflected to north west south of 5° S. The northeast winds sustain the equatorial upwelling and the northwest winds, which bring rainfall explain the salinity minimum at about 12° S.

From April to June (fig. 3), the intertropical convergence zone has moved and is located at 5° S

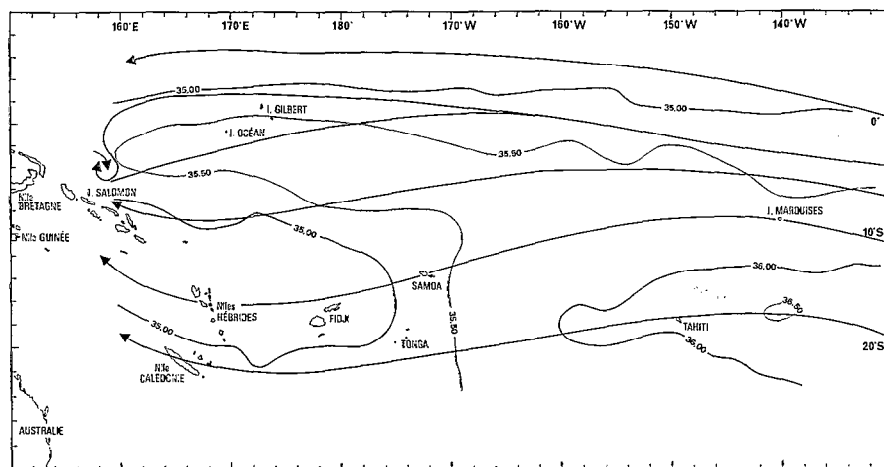


Fig. 5. — Salinité de surface moyenne, octobre-décembre 1956-1974. La direction du vent est marquée par des flèches et la zone de convergence intertropicale des vents par une ligne discontinue.

Mean surface salinity, October-December 1956-1974. The direction of the wind is marked by arrows, and the intertropical convergence zone of the winds by the dashed line.

D'avril à juin (fig. 3), la zone de convergence intertropicale a changé de place et se situe vers 5° S à l'ouest de 140° E. En conséquence, à l'est de 180° , les vents viennent de l'est et du nord-est ; à l'ouest de 180° , les vents d'est ou de sud-est induisent l'upwelling équatorial mais n'amènent pas de précipitations. Néanmoins, à cause des précipitations des mois précédents, la salinité est minimum ($S < 34,5 \text{ ‰}$) à l'ouest de 175° W entre 5° S et 15° S.

De juillet à septembre (fig. 4), la zone de convergence intertropicale est à 10° N à l'ouest de 150° E. En conséquence, les vents soufflent du sud-est et induisent l'upwelling équatorial. L'eau de faible salinité garde à peu près la même extension mais avec des salinités supérieures à celles des mois précédents. A l'est de 160° W, le maximum tropical de salinité atteint $36,5 \text{ ‰}$.

D'octobre à décembre (fig. 5), la zone de convergence intertropicale est à nouveau dans l'hémisphère sud vers 5° S, à l'ouest de 165° E. A l'est de cette longitude, les vents ont une composante Est qui induisent l'upwelling équatorial. La zone de convergence intertropicale et les vents d'ouest amènent des précipitations mais l'eau de faible salinité n'apparaît pas encore. A cause de la saison sèche (DONGUY et HÉNIN, 1976b) au sud de 10° S, l'eau de faible salinité a son minimum d'extension et le maximum tropical de salinité son maximum d'extension.

En résumé, d'octobre à mars, les conditions météorologiques sont caractérisées par la présence dans l'hémisphère sud de la zone de convergence intertropicale des vents avec des vents d'ouest qui

west of 140° E. Consequently, east of 180° , the winds are east and northeast; west of 180° , the east or southeast winds sustain the equatorial upwelling but do not bring rainfall. However, due to the precipitations of the previous months, the salinity is minimum ($S < 34,5 \text{ ‰}$) west of 175° W between 5° S and 15° S.

From July to September (fig. 4), the intertropical convergence zone lies at 10° N west of 150° E. Accordingly, the winds are southeast and sustain the equatorial upwelling. The low-salinity waters have almost the same spreading but with higher values than the previous months. East of 160° W, the tropical salinity maximum reaches $36,5 \text{ ‰}$.

From October to December (fig. 5), the intertropical convergence zone is again in southern hemisphere at 5° S, west of 165° E. East of this longitude, the winds have an east component sustaining the equatorial upwelling. The intertropical convergence zone and west wind produce rainfall but the low-salinity water is not yet noticed at this place. Due to the dry season (DONGUY et HÉNIN, 1976b), south of 10° S, the low-salinity water has its smallest spreading and the tropical salinity maximum has its greatest one.

In summary, from October to March, the meteorological conditions are characterized by the presence, in the Southern Hemisphere, of the intertropical convergence zone of the winds inducing west winds and producing rainfall. However, in accordance with HIRES and MONTGOMERY (1972), the resulting low-salinity water occurs three months after the precipitations and is noticed starting to January. From

amènent des précipitations. Cependant, en accord avec HIRES et MONTGOMERY (1972), l'eau de faible salinité qui en résulte n'apparaît qu'à partir de janvier trois mois après les précipitations. D'avril à septembre, les conditions météorologiques sont caractérisées par la présence dans l'hémisphère nord de la zone intertropicale de convergence des vents ce qui, dans l'hémisphère sud, induit des vents d'est et provoque la saison sèche. Une eau de forte salinité en résulte environ trois mois après, c'est-à-dire à partir de juillet.

Il faut remarquer que les salinités élevées dues à l'upwelling équatorial ne sont généralement pas situées sur l'équateur mais entre celui-ci et 5° S. Suivant CROMWELL (1953), la divergence induite par les vents de sud-est qui soufflent d'avril à octobre est décalée au sud de l'équateur où l'eau de subsurface est plus salée que sur l'équateur lui-même.

Sur chaque carte saisonnière de salinité de surface on a superposé le champ de vent simultanément observé. De 1956 à 1973, le champ de vent provient des données de WYRTKI et MEYERS (1975) ; à partir de 1973, il est déduit de l'interprétation des « Tropical Strip Surface Charts » (Asheville, USA). Le champ de vent le plus représentatif est sélectionné en fonction de la formation des masses d'eau : pour la première partie de l'année (janvier-juin) c'est le plus souvent le champ de vent qui existe en mars-avril et pour la seconde partie de l'année (juillet-décembre) celui qui existe en septembre-octobre. Chaque carte saisonnière est accompagnée d'un commentaire sur les principales caractéristiques des masses d'eau et leur formation.

DONNÉES UTILISÉES

Les données utilisées sont de deux sortes :

- les salinités de surface extraites des stations hydrologiques disponibles dans les banques de données telles que le « National Oceanographic Data Center » (USA), le « Japan Oceanographic Data Center », le « World Data Center » ;
- les salinités de surface recueillies le long de leur route par des navires non spécialisés tels que les navires marchands ou les navires de guerre.

Ces dernières données n'ont pas été nécessairement publiées et proviennent surtout du C.S.I.R.O., Division of Fisheries and Oceanography (Cronulla, Australie), du Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (Paris) et de l'U.S. National Marine Fisheries Service (Honolulu).

La précision demandée pour toutes ces données est $\pm 0,02$ pour mille. Les données douteuses et erronées ont été écartées. Quelques séries de données recueillies pendant la transition entre deux saisons ont été incluses, suivant l'interprétation, dans une

April to September, the meteorological conditions are characterized by the presence in the northern hemisphere of the intertropical convergence zone inducing east wind and producing the dry season in southern hemisphere. The resulting high-salinity water occurs almost three months after, starting to July.

It is to notice that the high salinities due to the equatorial upwelling are not generally located on the equator but between 0° and 5° S. According to CROMWELL (1953), the divergence induced by the southeast winds which are prevailing from April to October, is shifted to the south of the equator. Moreover, the subsurface water is more salted south of the equator than upon the equator itself.

On each seasonal chart of navifacial salinity, the wind field observed at this time is superimposed. From 1956 to 1973, the wind field comes from WYRTKI and MEYERS (1975) ; since 1973, it comes from the interpretation of the "Tropical Strip Surface Charts" (Asheville, U.S.A.). The most representative wind field relative to the water-masses formation is selected : for the first part of the year (January-June), it is the most often the wind field prevailing in March-April and for the second part of the year (July-December), the one prevailing in September-October. At each seasonal chart, a comment about the main features and the formation of the water-masses is joined.

DATA USED

There are two kinds of data used :

- the surface salinities from hydrographic stations available in the data banks such as U.S. National Oceanographic Data Center, Japan Oceanographic Data Center, World Data Center ;*
- the navifacial salinities gathered along their route by ships of opportunity such as merchant ships and navy ships.*

These data are not necessarily published and are issued mainly from the C.S.I.R.O., Division of Fisheries and Oceanography (Cronulla, Australia), from the Centre O.R.S.T.O.M. de Nouméa, from the Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (Paris) and from the U.S. National Marine Fisheries Service (Honolulu).

The accuracy requested for all these data is $\pm 0,02$ per mil. The doubtful or erroneous data have been discarded. Some series of data gathered during the transition between two seasons, have been put, following the interpretation, in one season or in another one or even in both.

saison ou dans une autre ou même dans les deux.

De 1956 à 1973, deux cartes par an sont présentées, l'une allant de janvier à juin (saison de faible salinité), l'autre de juillet à décembre (saison de forte salinité) sauf en 1961 où la quantité de données était suffisante pour dresser deux cartes pour la saison de forte salinité (juillet-août et septembre-décembre). En 1973 et 1974, quatre cartes par an sont produites.

Les références des données utilisées sont jointes à chaque carte avec le nom du navire, la croisière, l'institut responsable et l'origine des données. Les noms des navires marchands ne sont pas mentionnés ; les navires de guerre recueillant des données de surface sont nommés avant 1970 mais ne le sont plus après cette date.

*Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.
le 3 octobre 1978.*

From 1956 to 1973, two half-yearly charts are presented, one covering January-June (low-salinity season), the other covering July-December (high-salinity season) except in 1961 when the amount of data was sufficient to draw two charts for the high-salinity season (July-August and September-December). In 1973 and 1974 four quarterly charts are produced.

The references of the data used are joined to each chart with the name of the ship, the cruise, the institute sponsoring the research and the origine of the data. The names of the merchant ships are not mentioned; the navy ships used as ships of opportunity are named before 1970 but not after this date.

REFERENCES

- ATKINSON (F. D.) and SADLER (J. C.), 1970. — Mean-cloudiness and gradient level wind charts over the tropics — Air Weather Service, United States Air Force, 15 p., 38 charts.
- BARKLEY (R. A.), 1968. — Oceanographic atlas of the Pacific Ocean. Honolulu, Univ. Hawaii Press, 20 p., 156 fig.
- GROMWELL (T.), 1953. — Circulation in a meridional plane in the Central Equatorial Pacific. *J. Mar. Res.* 12 : 196-213.
- DONGUY (J. R.) et HÉNIN (C.), 1974. — Salinités de surface caractéristiques du courant équatorial et du contre-courant équatorial nord à 150°-160° E. *La Mer* (Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie) 12 (2) : 88-94.
- DONGUY (J. R.) and HÉNIN (C.), 1975. — Surface waters in the north of the Coral Sea. *Austral J. mar. Freshwat. Res.*, 26 : 293-296.
- DONGUY (J. R.) and HÉNIN (C.), 1976 a. — Anomalous navifacial salinities in the tropical Pacific Ocean. *J. Mar. Res.* 34 : 355-364.
- DONGUY (J. R.) et HÉNIN (C.), 1976 b. — Relations entre les précipitations et la salinité de surface dans l'Océan Pacifique Tropical Sud-Ouest basées sur un échantillonnage de surface de 1956 à 1973. *Annales Hydrographiques* 4, 2 : 53-59.
- DONGUY (J. R.), HÉNIN (C.) et ROUGERIE (F.), 1974. — Les principaux aspects de la dessalure des eaux superficielles du Pacifique tropical sud-ouest. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, vol. XII, n° 3 : 179-185.
- HIRES (R. I.) and MONTGOMERY (R. B.), 1972. — Navifacial temperature and salinity along the track from Samoa to Hawaii, 1957-1965. *J. Mar. Res.*, 30 : 177-200.
- ISAKOV (I. S.), SHULEYKIN (V. V.) and DEMIN (L. A.) (editors), 1953. — *Morskoi Atlas, Vol. II Physical geography* (in Russian). Moscow, USSR Ministry of the Navy, 18+76 sheets (138 principal maps, 228 supplementary maps), 239 graphs and 24 pages of text.
- REID (J. L.), 1969. — Sea-surface temperature, salinity and density of the Pacific Ocean in summer and in winter. *Deep-Sea Res.* 16 Suppl. : 215-24.
- USSR, Navy (Ministry), 1974. — *Oceanic Atlas, Pacific Ocean*, 302 maps and 25 pages of text (in Russian).
- WYRTKI (K.) and MEYERS (G.), 1975. — The trade wind field over the Pacific Ocean. Part II ; Bimonthly fields of wind stress 1950 to 1972. Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii. Report HIG-75-2. 16 p., 88 fig.

LISTE DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES LIST OF ABBREVIATIONS USED

B.C.F.	Bureau of Commercial Fisheries, U.S.A.
C.S.I.R.O.	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organizations, Australia.
C.S.K.	Cooperative Study of the Kuroshio.
I.F.O.	Institut Français d'Océanie (O.R.S.T.O.M. Nouméa).
J.O.D.C.	Japan Oceanographic Data Center, Tokyo.
N.O.D.C.	National Oceanographic Data Center, Washington D.C.
O.R.S.T.O.M.	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
P.O.F.I.	Pacific Oceanic Fishery Investigation.
R.A.N.	Royal Australian Navy.
S.H.O.M.	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Paris.
S.I.O.	Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, Calif.
S.S.R.	Special Scientific Report.

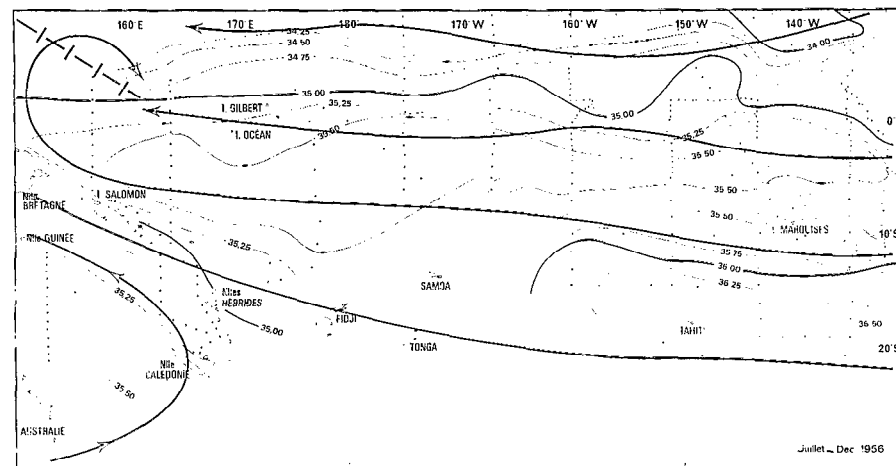


FIG. 6. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1956
Navifacial salinity — July-December 1956

Vessel and Expedition	Institute	References
Hugh M. SMITH cruise 35 Equapac	P.O.F.I. Honolulu	S.S.R. 217, 1957 - N.O.D.C. 310811
Charles H. GILBERT cruise 30	P.O.F.I. Honolulu	S.S.R. 217, 1957
STRANGER Equapac	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 57-25 - N.O.D.C. 310724
HORIZON Equapac	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 57-25 - N.O.D.C. 310724
ORSOM III 56-4	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n° 3 - N.O.D.C. 590752
Equapac		
ORSOM III 56-5	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n° 5 - N.O.D.C. 590807
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	Oceanog. Stat. List C.S.I.R.O. n° 31

Les données qui proviennent principalement des croisières EQUAPAC, ont été recueillies en août et septembre et ont servi de référence pendant longtemps. Le vent d'est souffle au nord de 20° S et à l'est de 150° E sauf au nord de l'équateur où, à l'ouest de 160° E, se trouve la zone de convergence des vents; elle a une position méridionale pour la saison. En accord avec le champ de vent, c'est une période de forte salinité: l'upwelling équatorial amène en surface des eaux de forte salinité ($S > 35,50 ‰$) aussi loin à l'ouest que 160° E. Le maximum tropical de salinité a des valeurs supérieures à 36,00 ‰ jusqu'à 165° W à l'ouest. Au sud de 5° S, l'eau de faible salinité est peu étendue.

The data, which for the most part originated from EQUAPAC cruises, were collected in August and September and have been used as a reference for quite some time. The east wind prevails north of 20° S and east of 150° E except for north of the equator where the intertropical convergence zone lies west of 160° E; this position moves south for the season. In accordance with the wind-field, this is a high-salinity period: the equatorial upwelling produce high-salinity waters ($S > 35,50 ‰$) as far westward as 160° E. The tropical salinity maximum is more than 36,00 ‰ as far westward as 165° W. South of 5° S, the low-salinity water spreads over a small surface area.

Sur chaque figure, la direction du vent est marquée par des flèches, et la convergence intertropicale des vents est marquée par une ligne discontinue.

On each figure, the direction of the wind is marked by arrows, and the intertropical convergence of the winds by the dashed line.

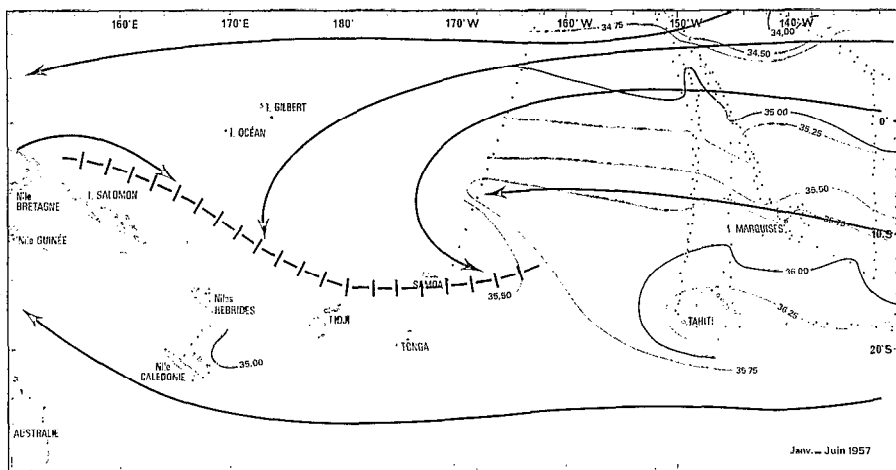


FIG. 7. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1957
Navifacial salinity — January-June 1957

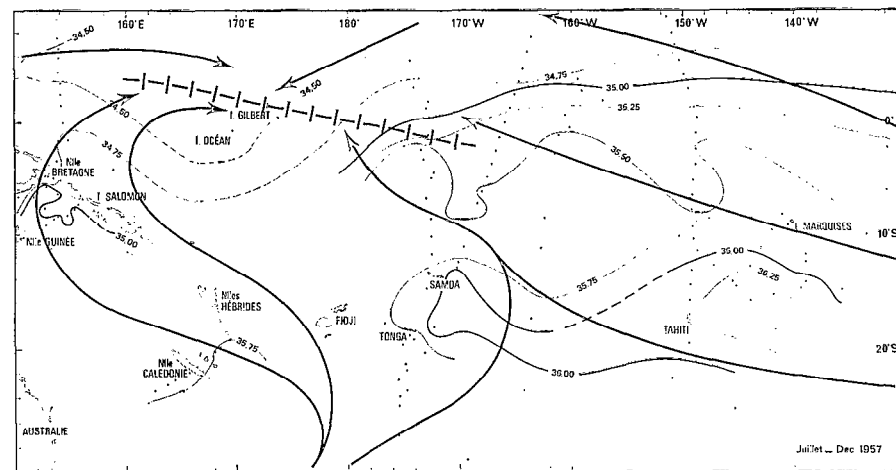


FIG. 8. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1957
Navifacial salinity — July-December 1957

Vessel and Expedition	Institute	References
Hugh M. SMITH cruise 38	P.O.F.I. Honolulu	S.S.R. 238 - N.O.D.C. 310729
John R. MANNING cruise 34	P.O.F.I. Honolulu	S.S.R. 238
Charles H. GILBERT cruise 32	P.O.F.I. Honolulu	S.S.R. 238
ORSOM III cruise 57-1	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
Merchant ships	B.C.F. Honolulu	

Vessel and Expedition	Institute	References
VITYAZ cruise 25	Acad. Sci. U.S.S.R.	N.O.D.C. 900861
cruise 26	Acad. Sci. U.S.S.R.	N.O.D.C. 900862
HORIZON	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 58-85 - N.O.D.C. 310802
GLACIER	U.S. Naval Hydrog. Office	N.O.D.C. 310591
Spencer F. BAIRD	S.I.O. La Jolla	N.O.D.C. 310802
LOTUS	S.H.O.M. Paris	Cah. Oceanog. XII n° 8 1960 - N.O.D.C. 350952
ORSOM III	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
cruise 57-3/57-4	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Ocean Island	S.I.O. La Jolla	World Data Center A

A l'exception d'une petite croisière de l'ORSOM III, il n'y a pas de données à l'ouest de 180°. La zone de convergence intertropicale des vents est située à l'ouest de 165° W entre l'équateur et 13° S; au sud de l'équateur et à l'ouest de 165° W, le vent souffle principalement du nord-ouest. En conséquence, l'eau de faible salinité a une grande extension et l'upwelling équatorial n'existe pas à l'ouest de 180°. Pour la même raison, il y a un retrait vers l'est du maximum tropical de salinité qui atteint seulement 36,25 ‰ au lieu de 36,50 ‰ en 1956.

Except for a small cruise carried out by the R/V ORSOM III, there is no data available for west of 180°. The intertropical convergence zone lies west of 165° W between the equator and 13° S; south of the equator and west of 165° W, the wind mainly originates from the northwest. Accordingly, the low-salinity water spreads over a large surface area and the equatorial upwelling ceases at 180°. For the same reason, there is an eastward withdrawal of the tropical salinity maximum reaching only 36,25 ‰ as opposed to 36,50 ‰ in 1956.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à peu près sur l'équateur entre 160° E et 170° W. A l'ouest de 170° W, le vent vient de l'ouest et, à l'est de 170° W, du sud-est. Ces conditions météorologiques inhabituelles pour la saison expliquent la présence d'eau de faible salinité à l'ouest de 180° comme le montre l'échantillonnage effectué à l'île Océan. Cependant, des salinités élevées dues au vent d'est apparaissent aussi loin à l'ouest que 170° W.

The intertropical convergence zone lies virtually on the equator between 160° E and 170° W. West of 170° W, the wind is west and, east of 170° W, southeast. These meteorological conditions, unusual for the season, explain the low-salinity water present west of 180° as revealed by the sampling taken at Ocean Island. However, high salinities due to the east wind appear as far westward as 170° W.

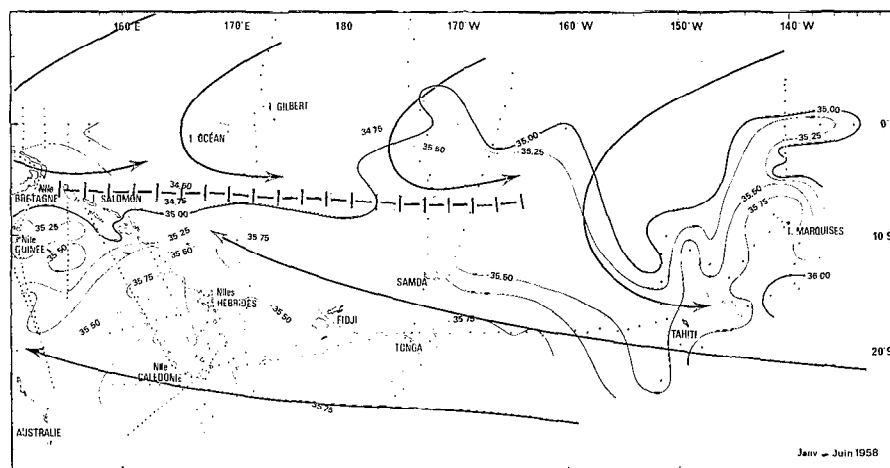


FIG. 9. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1958
Navifacial salinity — January-June 1958

Vessel and Expedition	Institute	References
LOTUS	S.H.O.M. Paris	Cah. Océanog. XII n° 8 1960 - N.O.D.C. 350952
VITYAZ cruise 26	Acad. Sci. U.S.S.R.	N.O.D.C. 900862
Hugh M. SMITH cruise 45	P.O.F.I. Honolulu	N.O.D.C. 310030
HORIZON cruise Dolphin	S.I.O. La Jolla	Oceanic Obs. of the Pacific 1958 Univ. Cal. Press.
ORSOM III Astrolabe	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n° 8/9 - N.O.D.C. 590778
TAKUYO MARU 5802-1	Maritime Safety Agency Japan	N.O.D.C. 490036
SATUMA MARU 5802-2	Maritime Safety Agency Japan	N.O.D.C. 490036
FRANCIS GARNIER	S.H.O.M. Paris	
LA CONFIANCE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F.	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	Oceanog. Stat. List vol. 39
Ocean Island	S.I.O. La Jolla	World Data Center A

1958 était l'Année Géophysique Internationale et de nombreuses croisières ont eu lieu pendant cette période. Le champ de vent et les salinités de surface ont été jugées anormales par DONGUY et HENIN (1976 a). La zone de convergence intertropicale des vents est située à environ 10° S à l'ouest de 160° W. En conséquence, les vents qui sont nord-est au nord de l'équateur, sont déviés à l'ouest-nord-ouest entre l'équateur et 10° S. Pour cette raison, l'eau de faible salinité remplace, au nord de 10° S, l'eau de forte salinité due à l'upwelling équatorial. Le vent de nord-ouest qui atteint la Polynésie explique le retrait à 140° W du maximum tropical de salinité. Au sud de la zone de convergence, les alizés de sud-est provoquent une sécheresse dans les îles du sud-ouest Pacifique en liaison avec la forte salinité que l'on y observe. Ces phénomènes anormaux correspondent à d'autres importants changements qui sont intervenus à la même époque dans l'Océan Pacifique, tels que le contre-courant « El Niño » le long de la côte sud-américaine.

The International Geophysical Year was celebrated in 1958 and many cruises were conducted during this period. The wind field and the navifacial salinities pointed out are admittedly anomalous by DONGUY and HENIN (1976a). The intertropical convergence zone lies roughly 10° S west of 160° W. Accordingly, the winds northeast north of the equator, are deflected to west-northwest between the equator and 10° S. This feature is consistent with the low-salinity water present north of 10° S as opposed to the high-salinity water due to the equatorial upwelling. The northwest wind reaching Polynesia explains the retreat to 140° W of the tropical salinity maximum. South of the convergence zone, the southeast trade winds induce a drought in the southwest Pacific islands connected with the high salinity observed in this area. These anomalous phenomena correspond to other drastic changes occurring simultaneously in the Pacific Ocean, such as the « El Niño » countercurrent along the South American coast.

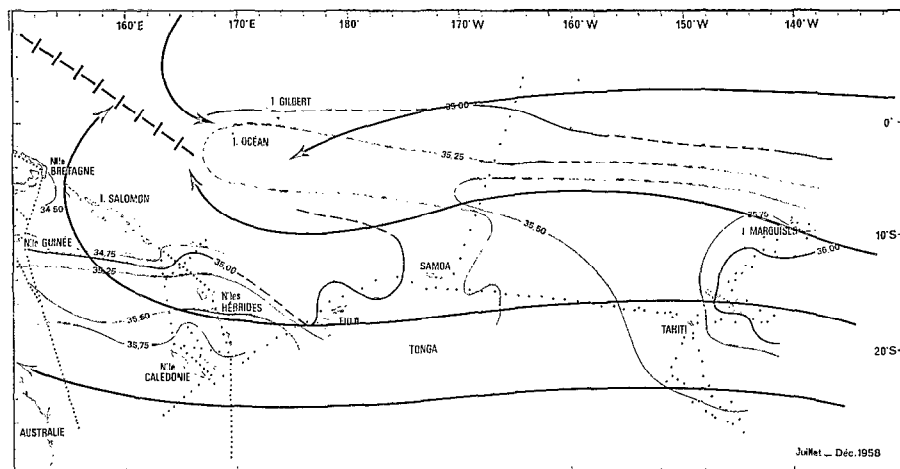


FIG. 10. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1958
Navifacial salinity — July-December 1958

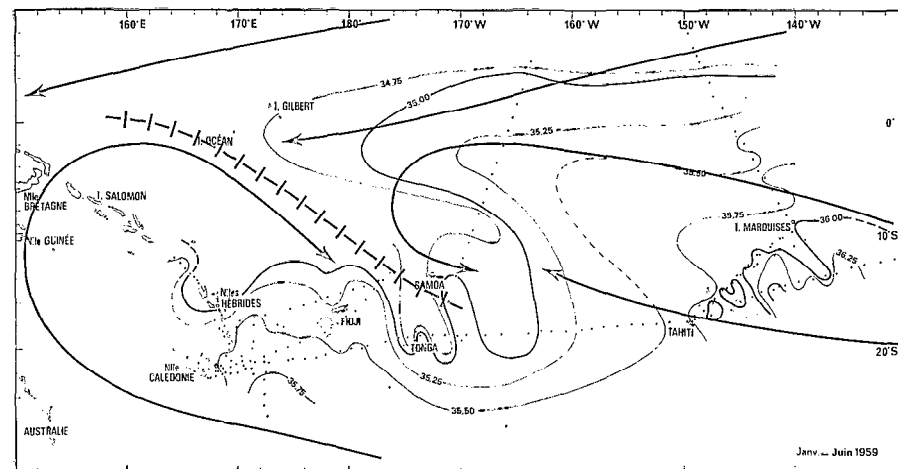


FIG. 11. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1959
Navifacial salinity — January-June 1959

Vessel and Expedition	Institute	References
ORSOM III	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n ^{os} 12 et 13 N.O.D.C. 590924
FRANCIS GARNIER	S.H.O.M. Paris	
LA CONFIANCE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	Oceanog. Stat. List vol. 39
Ocean Island	S.I.O. La Jolla	World Data Center A

Vessel and Expedition	Institute	References
H. M. S. Cook	Hydrographic Department Royal Navy	
TIARE	S.H.O.M. Paris	
JEANNE D'ARC	S.H.O.M. Paris	
LA CONFIANCE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Ocean Island	S.I.O. La Jolla	World Data Center A

Le champ de vent est redevenu normal sauf à l'ouest de 170° E où la zone de convergence intertropicale des vents est plus méridionale que pendant une année normale. Suivant les observations obtenues à l'Île Océan, l'upwelling équatorial qui avait disparu au début de 1958, réapparaît grâce aux vents de composante Est. De Juillet à Décembre 1958, les conditions de surface redeviennent peu à peu normales dans le Pacifique sud-ouest, comme par exemple l'extension du maximum tropical de salinité.

The wind field is once again normal except for west of 170° E where the intertropical convergence zone lies more southerly than usual. According to observations made at Ocean Island, the equatorial upwelling which disappeared in early 1958 reoccurred, and was sustained by east component winds. From July to December 1958, navifacial conditions gradually become normal in the South West Pacific.

Un champ de vent normal pour la saison est de nouveau établi mais la zone de convergence intertropicale des vents s'étend de l'équateur à 160° E jusqu'à 170° W à 20° S. En conséquence, l'upwelling équatorial se retire à 175° E et les eaux de faible salinité semblent s'étendre largement à l'est et à l'ouest de cette longitude.

Normal seasonal conditions of the winds field reoccurs, but the intertropical convergence zone extends from the equator at 160° E as far eastward as 170° W at 20° S. Consequently, the equatorial upwelling withdraws to 175° E and the low-salinity waters seem to spread mostly eastward and southward.

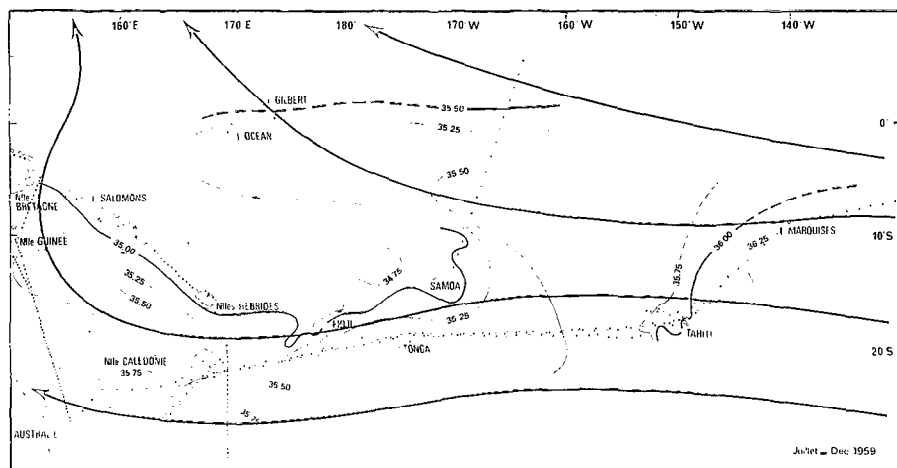


FIG. 12. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1959
Navifacial salinity — July-December 1959

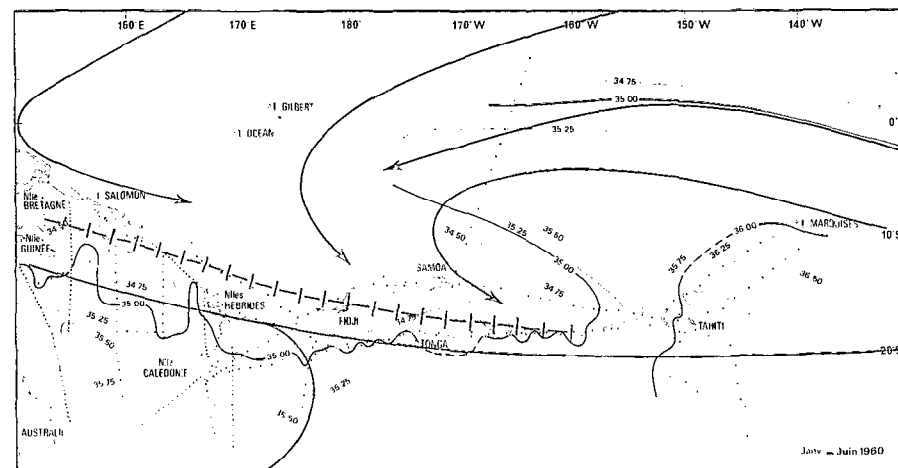


FIG. 13. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1960
Navifacial salinity — January-June 1960

Vessel and Expedition	Institute	References
LA CONFIANCE	S.H.O.M. Paris	Oceanog. Stat. List vol. 49
LA CAPRICIEUSE	S.H.O.M. Paris	
TIARE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	World Data Center A
Ocean Island	S.I.O. La Jolla	

Vessel and Expedition	Institute	References
GASCOYNE G1/60,	C.S.I.R.O. Cronulla	Oceanog. Cruise Report n° 5 - N.O.D.C. 090005 Rapp. Sci. I.F.O. n° 18 - N.O.D.C. 590927 Cah. Oceanog. 14 n° 4 - 1962
G2/60		
ORSOM III Dillon	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
LOTUS	S.H.O.M. Paris	Oceanog. Stat. List vol. 50
LA CONFIANCE	S.H.O.M. Paris	
LA CAPRICIEUSE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

La zone de convergence intertropicale des vents s'est déplacée à l'ouest de 150° E vers 10° N ce qui est normal pour la saison. Les vents soufflent de l'est, entraînant une extension vers l'ouest de l'upwelling équatorial. Malgré la saison sèche, la grande extension vers l'est de l'eau de faible salinité persiste encore avec une moindre étendue en latitude.

The intertropical convergence zone has moved to 10° N and west of 150° E as is normal. The east winds are prevalent, sustaining a westward extension of the equatorial upwelling. Despite the dry season, the large eastward spreading of the low-salinity water still persists with a smaller extension in latitude.

La zone de convergence intertropicale des vents a une extension inhabituelle vers l'est, atteignant 160° W à 20° S. En conséquence, sur l'équateur, le vent d'ouest souffle principalement à l'ouest de 180° et, dans la zone tropicale, à l'ouest de 160° W. L'upwelling équatorial, comme on peut le soupçonner malgré le manque de données, n'existe pas à l'ouest de 180°. La zone de faible salinité qui atteint 160° W a une extension inhabituelle vers l'est. Un fort gradient de salinité de surface existe à l'ouest de Tahiti à la suite du contact entre l'eau de faible salinité et le maximum tropical de salinité.

The intertropical convergence zone has an unusual eastward extension, reaching 160° W at 20° S. Accordingly, a west wind occurs on the equator mainly west of 180°, and in the tropical zone west of 160° W. Consequently, the equatorial upwelling is not sustained west of 180° as was thought despite the absence of data. The low-salinity zone reaching 160° W has an unusual eastward extension. A strong gradient of surface salinity exists west of Tahiti due to the contact between low-salinity water and the tropical salinity maximum.

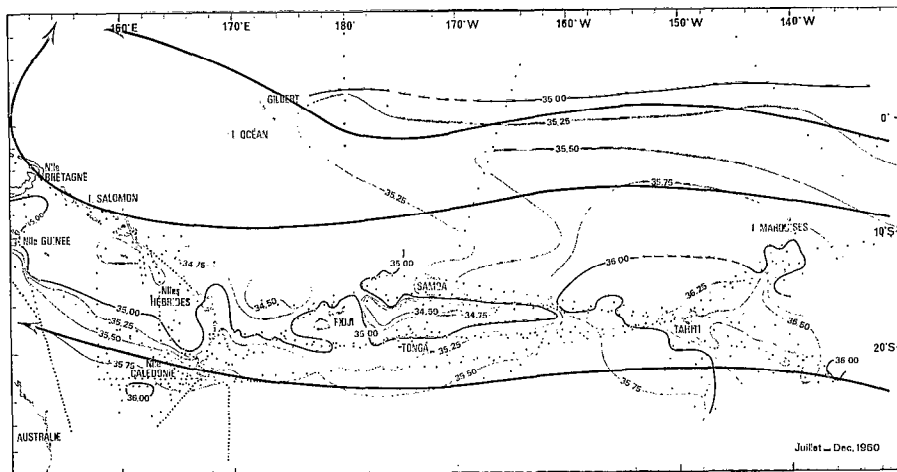


Fig. 14. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1960
Navifacial salinity — July-December 1960

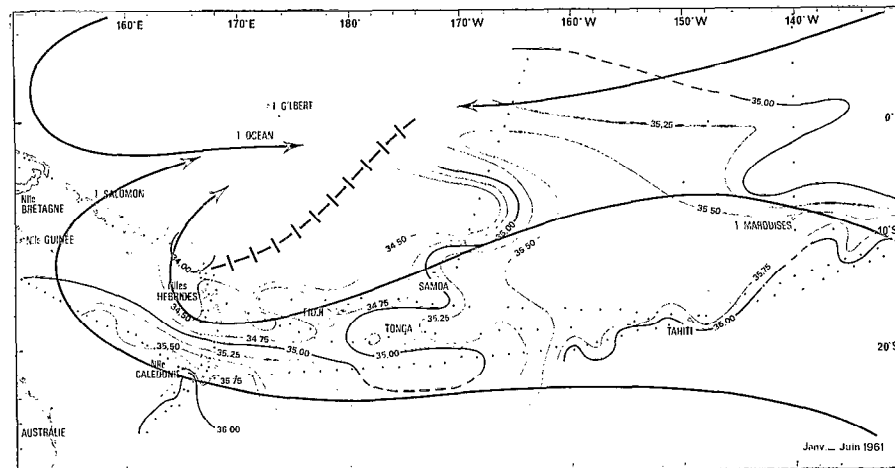


Fig. 15. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1961
Navifacial salinity — January-June 1961

Vessel and Expedition	Institute	References
TIARE Entrecasteaux	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n° 21 - N.O.D.C. 590929
ORSOM III Epi	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. I.F.O. n°s 22 et 23 - N.O.D.C. 590922
VOEIKOV	Far Eastern Hydrometeorological Institute U.S.S.R.	N.O.D.C. 900044
Spencer F. BAIRD TETHYS Expedition LA CAPRICIEUSE FRANCIS GARNIER Merchant ships Merchant ships	S.I.O. La Jolla S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	S.I.O. 69-1 - N.O.D.C. 311217

Vessel and Expedition	Institute	References
ARGO Monsoon REOBOTH LA CAPRICIEUSE FRANCIS GARNIER Merchant ships Merchant ships Merchant ships	S.I.O. La Jolla U.S. Naval Oceanog. Office S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa	S.I.O. 64-19 - N.O.D.C. 310181 N.O.D.C. 310685

La zone de convergence intertropicale des vents se trouve à 10° N à l'ouest de 150° E comme il est normal pour la saison. Le vent d'est souffle sauf dans l'extrémité nord-ouest de la zone. L'upwelling équatorial semble redevenu normal comme le montre la salinité supérieure à 35,25 ‰ à 180°. A l'est de 180°, l'extension inhabituelle vers l'est de la zone d'eau de faible salinité est en train de disparaître tandis qu'on remarque une extension vers l'ouest du maximum tropical de salinité.

The intertropical convergence zone lies at 10° N west of 150° E as is usual for the season. The east wind prevails except in the northwestern most part of the area. The equatorial upwelling seems once again normal as demonstrated by the salinity more than 35,25 ‰ at 180°. East of 180°, the unusual eastward extension of the low-salinity zone disappears and a westward extension of the tropical salinity maximum is also observed.

La zone de convergence intertropicale des vents a une forme inhabituelle et traverse l'équateur à 175° W. En conséquence, au nord de 10° S, le vent souffle de l'est à l'est de 180°, et de l'ouest à l'ouest de cette longitude. Au sud de 10° S, le vent vient de l'est. L'upwelling équatorial s'arrête donc à l'ouest de 180°, l'eau de faible salinité s'étend à la latitude de 10° S environ jusqu'à 170° W et probablement sur l'équateur à l'ouest de 180°. A l'est de 140° W et au nord de 10° S, on remarque de l'eau de faible salinité mais son origine reste à expliquer.

The intertropical convergence zone has an unusual form and crosses the equator at 175° W. Consequently, north of 10° S, the east wind blows east of 180°; the west wind prevails west of this longitude. South of 10° S, the wind originates from the east. Accordingly, the equatorial upwelling stops west of 180°; the low-salinity water spreads over roughly 10° S up to 170° W and probably on the equator west of 180°. East of 140° W and north of 10° S, low-salinity water is observed but its origin remains unknown.

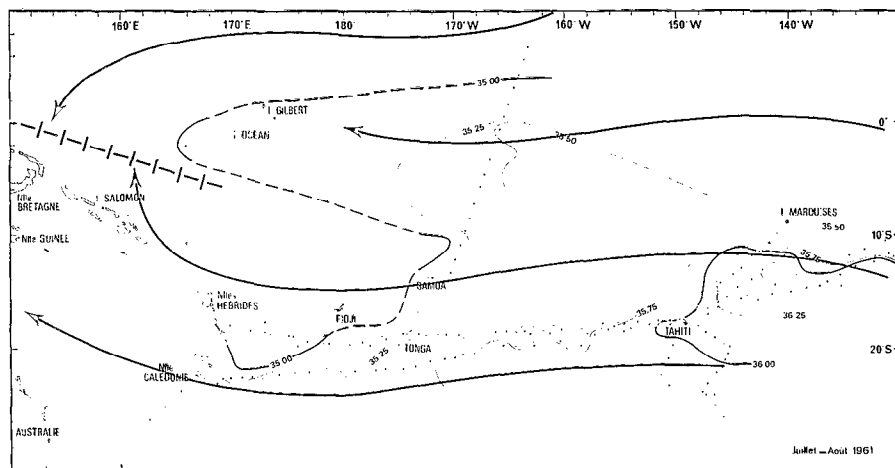


FIG. 16. — Salinité de surface — Juillet-Août 1961
Navifacial salinity July-August 1961

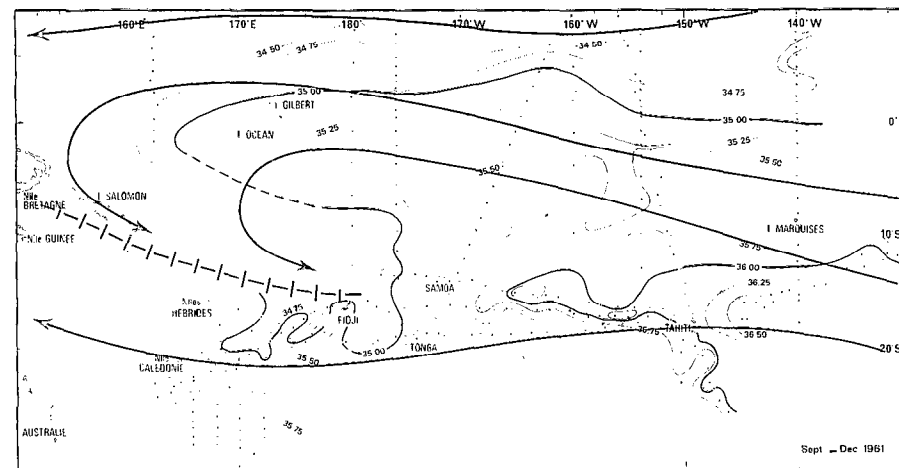


FIG. 17. — Salinité de surface — Septembre-Décembre 1961
Navifacial salinity — September-December 1961

Vessel and Expedition	Institute	References
FRANCIS GARNIER Merchant ships Merchant ships	S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Vessel and Expedition	Institute	References
GASCOYNE G3/61 VITYAZ V 34 REOBOTH ARGO Swan Song LA DUNKERQUOISE France FRANCIS GARNIER LA CAPRICIEUSE Merchant ships Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla Acad. Sci. U.S.S.R. U.S. Naval Oceanog. Office S.I.O. La Jolla O.R.S.T.O.M. Nouméa S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	Oceanog. cruise Rep. n° 12 - N.O.D.C. 090039 N.O.D.C. 900065 N.O.D.C. 310884 S.I.O. 66-1 - N.O.D.C. 310214 Rapp. Sci. I.F.O. n° 24 - N.O.D.C. 590001

Pendant ces deux mois, la zone de convergence intertropicale des vents reste près de l'équateur à l'ouest de 170° E. A l'est de cette longitude, le vent souffle de l'est. L'upwelling équatorial atteint à l'ouest 170° E et, pour la même raison, les eaux de faible salinité se retirent vers l'ouest. Néanmoins, la position de la zone de convergence est inhabituelle à cette époque.

During these two months, the intertropical convergence zone remains close to the equator west of 170° E. East of this longitude, the wind is east. The equatorial upwelling reaches westward at 170° E and, similarly, the low-salinity water withdraws westward. However, the position of the convergence zone is unusual at this particular time.

A partir de novembre, la zone de convergence intertropicale des vents est située entre 10° S et 20° S à l'ouest de 180°. Le long de l'équateur et au sud de 10° S, le vent d'est souffle tandis qu'au nord de la zone de convergence le vent est ouest. En conséquence, l'upwelling équatorial atteint à l'ouest 165° E et l'eau de faible salinité est encore présente à l'ouest de 175° W entre 10° S et 20° S. A environ 15° S, on remarque une avancée du maximum tropical de salinité jusqu'à 166° W.

In November, the intertropical convergence zone lies at between 10° S and 20° S west of 180°. Along the equator and south of 10° S, the east wind prevails; north of the convergence zone, the wind is west. Consequently, the equatorial upwelling occurs as far as 165° E and the low-salinity water is still present west of 175° W between 10° S and 20° S. At approximately 15° S, a westward advance of the tropical salinity maximum is observed as far as 166° W.

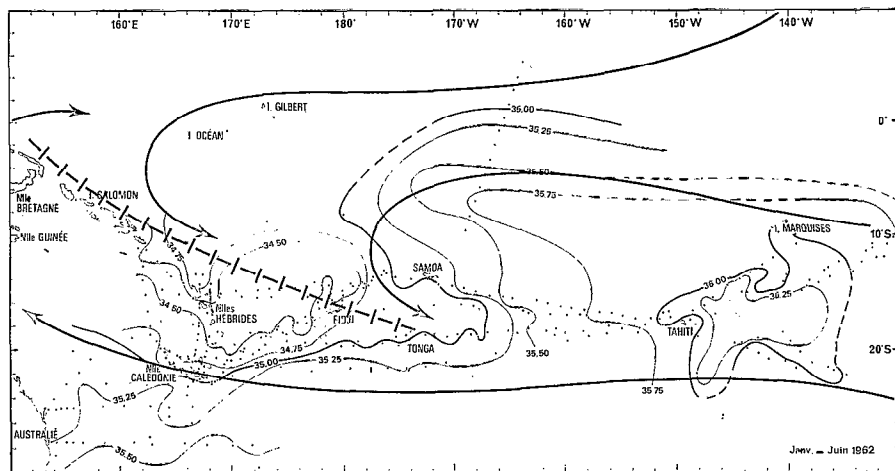


FIG. 18. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1962
Navifacial salinity — January-June 1962

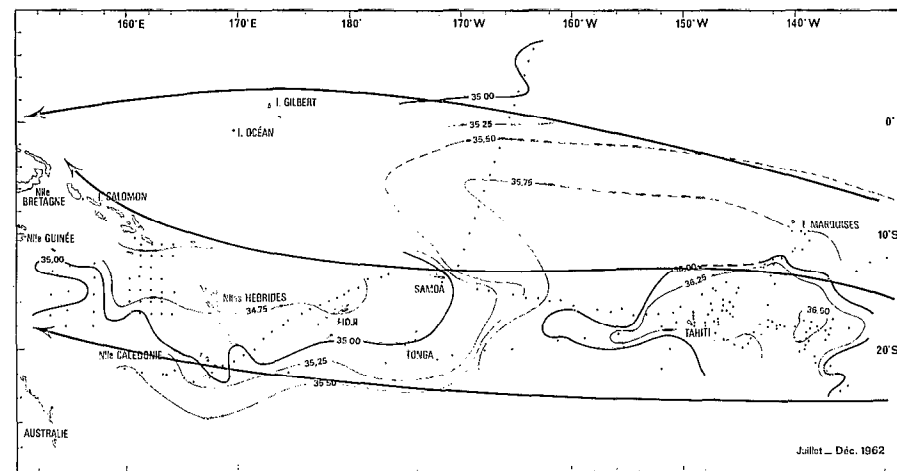


FIG. 19. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1962
Navifacial salinity — July-December 1962

Vessel and Expedition	Institute	References
Spencer F. BAIRD Proa Exp.	S.I.O. La Jolla	N.O.D.C. 310182
GASCOYNE	C.S.I.R.O. Cronulla	N.O.D.C. 090014
JEANNE D'ARC	S.H.O.M. Paris	
FRANCIS GARNIER	S.H.O.M. Paris	
LA CAPRICIEUSE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Vessel and Expedition	Institute	References
HOKUSEI MARU cruise 13	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Record Oceanog. Obs. Explor. Fish. n° 8.
LA DUNKERQUOISE	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanog. 1964 vol. 2(1). N.O.D.C. 350014.
Guadalcanal		
LA CAPRICIEUSE	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Les conditions météorologiques ne sont pas différentes de celles présentées par la figure 17 ; la zone de convergence intertropicale des vents est située à peu près à la même place mais s'étend plus à l'est. Cependant, le manque de données sur l'équateur ne permet pas d'affirmer la présence de l'upwelling à l'ouest de 180°. D'un autre côté, les eaux de faible salinité qui sont dues à la zone de convergence, s'étendent vers l'est tandis que l'avancée du maximum tropical de salinité a disparu.

Meteorological conditions do not differ from these shown in figure 17 ; the intertropical convergence zone lies at almost the same place but extends more eastward. However, the absence of data on the equator does not allow us to be certain of the presence of the upwelling west of 180°. On the other hand, the low-salinity waters following the convergence zone spread eastward and the advance of the tropical salinity maximum disappears.

Contrairement à l'année précédente, la zone de convergence intertropicale des vents est à sa place normale pour la saison et les vents soufflent partout de l'est. Les données à l'est de 180° permettent d'établir la présence de l'upwelling équatorial à l'ouest de 180°. La position de l'eau de faible salinité et celle du maximum tropical de salinité sont soumises aux variations saisonnières.

Unlike the previous year, the intertropical convergence zone lies at its usual place during the season and the prevalent wind is completely east. Data available east of 180° allow us to assume the presence of the equatorial upwelling west of 180°. The position of the low-salinity water and that of the tropical salinity maximum follow the seasonal balance.

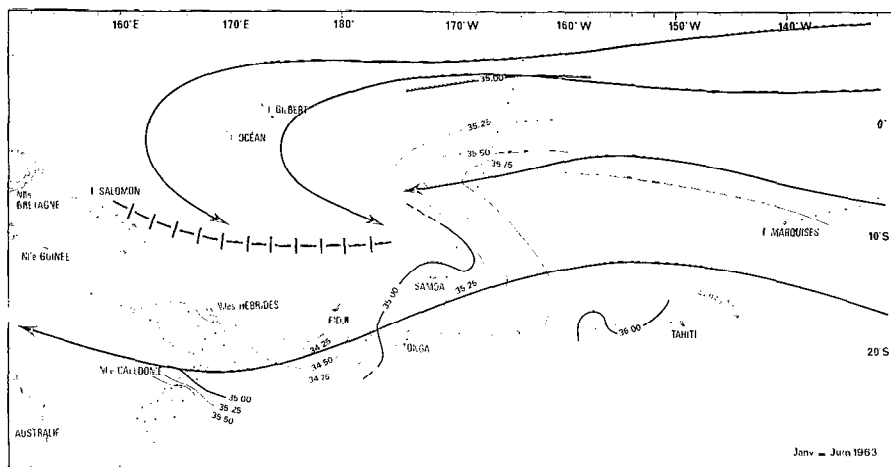


FIG. 20. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1963
Navifacial salinity — January-June 1963

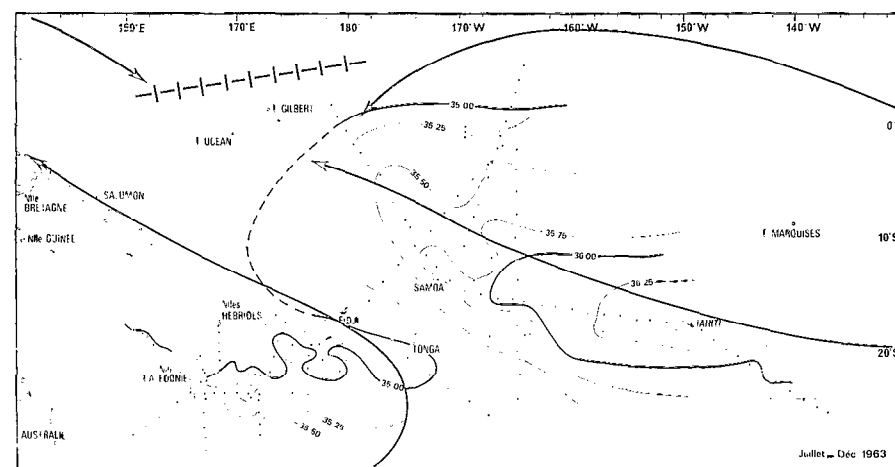


FIG. 21. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1963
Navifacial salinity — July-December 1963

Vessel and Expedition	Institute	References
LA CAPRICIEUSE COMMANDANT RIVIERE Merchant ships Merchant ships	S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Vessel and Expedition	Institute	References
LA DUNKERQUOISE Hunter HOKUSEI MARU Cruise 15	O.R.S.T.O.M. Nouméa HOKKAIDO UNIVERSITY	Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanog., 1966, vol. 1, 3-78. Data Rec. Oceanog. Obs. Explor. Fish. n° 9 - N.O.D.C. 490408.
GASCOYNE G3/63	C.S.I.R.O. Cronulla	Oceanog. cruise Rep. n° 26 - N.O.D.C. 090051.
SHOYO MARU COMMANDANT RIVIERE Merchant ships Merchant ships	Japan Fisheries Agency S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	N.O.D.C. 490709.

Comme en 1962 à la même saison, les conditions météorologiques sont normales, la convergence intertropicale des vents à 10° S atteignant à l'est 180°. Malgré le manque de données, on peut penser que l'upwelling équatorial existe à l'ouest de 180° ; d'un autre côté on observe aussi l'extension saisonnière de l'eau de faible salinité.

As in the same season in 1962, meteorological conditions are normal, with the intertropical convergence zone at 10° S reaching eastward at 180°. Despite the lack of data, one may assume that the equatorial upwelling occurs west of 180° ; on the other hand, the seasonal spread of the low-salinity water is also observed.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 2° N à l'ouest de 180°. En conséquence, au sud de l'équateur et à l'est de 180°, le vent souffle du sud-est et induit l'upwelling équatorial. A l'ouest de 180°, l'upwelling équatorial a disparu. L'eau de faible salinité semble occuper une surface réduite et le maximum tropical de salinité s'étend vers l'ouest.

The intertropical convergence zone lies at 2° N west of 180°. Consequently, south of the equator and east of 180°, the wind is southeast and sustains the equatorial upwelling. West of 180°, the equatorial upwelling disappears. The low-salinity water seems to occupy a reduced surface and the tropical salinity maximum spreads westward.

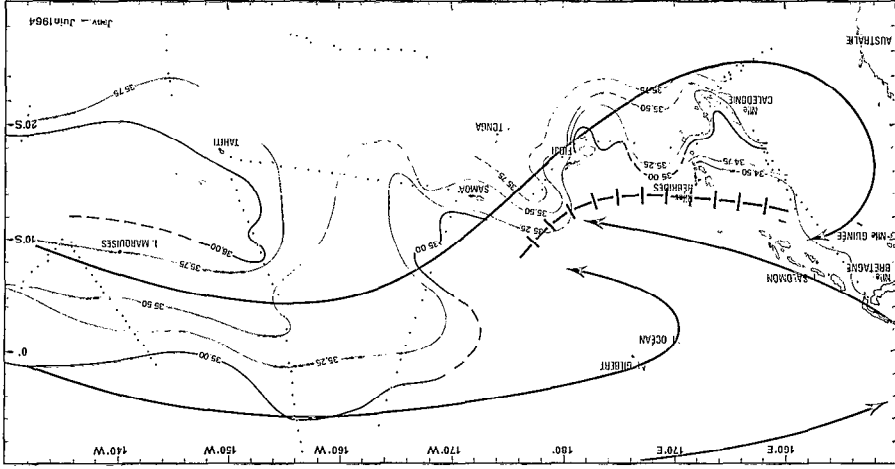


Fig. 22. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1964

Vessel and Expedition	Institute	References
SHOYO MARU AMIRAL CHARNER Merchant ships	Japan Fisheries Agency S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	N.O.D.C. 490709.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 15° S à l'ouest de 180°. Au nord de 15° S, le vent vient de l'ouest; au sud de cette latitude, le vent souffle de l'est. A l'ouest de 180°, les données manquent sur la prolongation de l'upwelling équatorial présent à l'est. A 10° S, l'eau de faible salinité s'étend jusqu'à 170° W et le maximum de salinité tropical se retire vers l'est.

The intertropical convergence zone lies at 15° S west of 180°. North of 15° S, the west wind prevails; south of this latitude, the east wind blows. West of 180°, there are no data available concerning the westward continuation of the equatorial upwelling present in the east. At 10° S, the low-salinity water extends to 170° W and the tropical salinity maximum withdraws eastward.

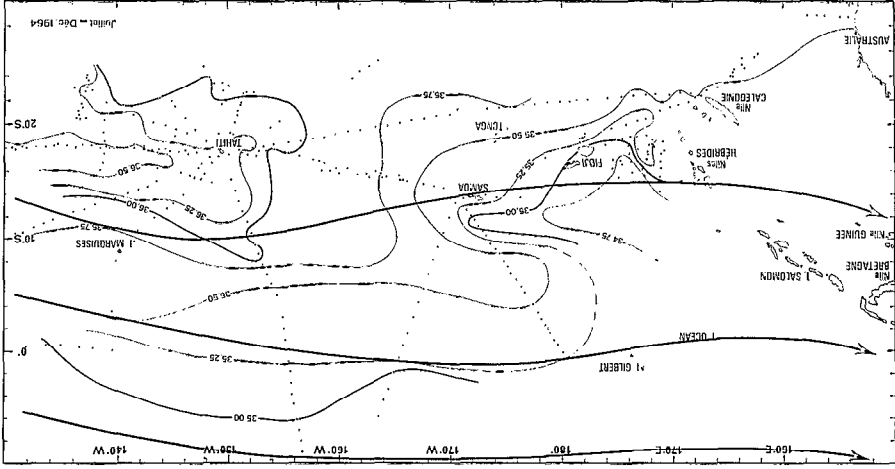


Fig. 23. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1964

Vessel and Expedition	Institute	References
SHOYO MARU CORIOLIS AÎNÉ Merchant ships	Japan Fisheries Agency O.R.S.T.O.M. Nouméa	Japan Oceanog. Data Center (J.O.D.C.), Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa no 2 - N.O.D.C. 690002. Data Record Oceanog. Obs. Explor. Fish. no 10 - N.O.D.C. 490409. N.O.D.C. 090060.
HOKUSEI MARU Cruise 17 GASCOYNE LA BAYONNAISE LA PAIMPOLAISE DIVES AMIRAL CHARNER Merchant ships	HOKKAIDO UNIVERSITY C.S.I.R.O. Cronulla S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Le champ de vent est normal pour la saison : la zone de convergence intertropicale des vents est loin au nord-ouest et le vent d'est souffle dans toute la région. En conséquence, l'upwelling équatorial semble avoir une extension vers l'ouest normale pour la saison et le minimum de salinité se retire vers l'ouest.

The wind field is normal for the season : the intertropical convergence zone is far north-west and east winds prevail in the entire area. Consequently, the equatorial upwelling seems to have a normal westward extension for the season and the low-salinity minimum withdraws westward.

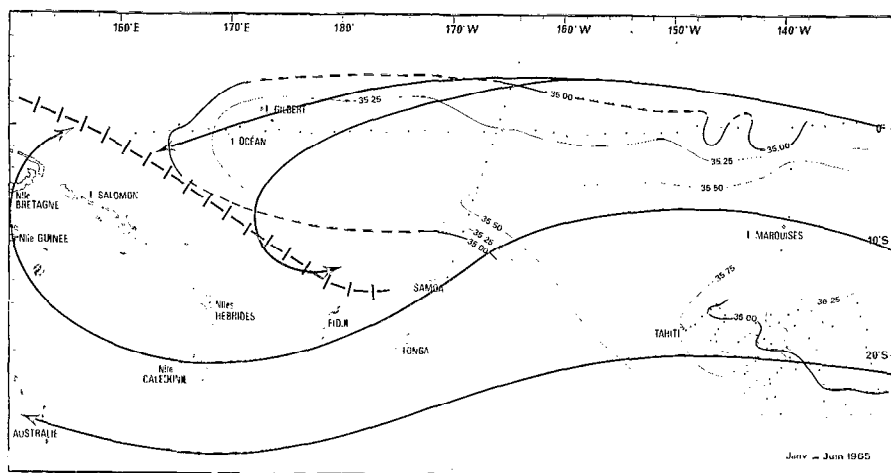


FIG. 24. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1965
Navifacial salinity — January-June 1965

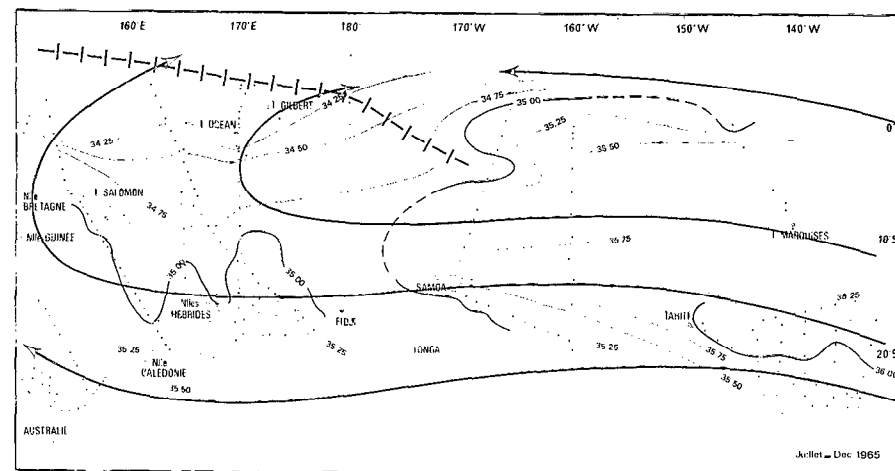


FIG. 25. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1965
Navifacial salinity — July-December 1965

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Alizé	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 2 - N.O.D.C. 590002.
CORIOLIS Atoll	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 4 - N.O.D.C. 350053.
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	

Vessel and Expedition	Institute	References
VITYAZ V 37	Acad. Sci. U.S.S.R.	N.O.D.C. 900066.
CORIOLIS Brisants	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 7 - N.O.D.C. 350044.
CORIOLIS Bora I	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 9 - N.O.D.C. 350033.
HOKUSEI MARU	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Record Oceanog. Obs. Explor. Fish. n° 11.
Cruise 19	Nankai Regional Fish. Research Laboratory	Results Fish. Oceanog. Obs. Fish. Agency Tokyo 1969 - N.O.D.C. 490758.
SHUNYO MARU	C.S.I.R.O. Cronulla	N.O.D.C. 090061.
GASCOYNE	Far Eastern Hydrometeorological Scientific Research Institute	Data Report C.S.K. n° 40 J.O.D.C. 90K00.
SCHOKALSKY	U.S.S.R.	
OURAGAN	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	

La zone de convergence des vents s'étend de l'équateur à 150° E jusqu'à 10° S à 180°. En conséquence, le long de la zone de convergence, le vent souffle d'ouest, tandis que le vent d'est souffle partout ailleurs. L'upwelling équatorial induit par le vent d'est atteint à l'ouest 165° E et l'eau de faible salinité approche à l'est de 160° W. Le maximum tropical de salinité est très peu étendu.

The intertropical convergence zone lies from the equator at 150° E to 10° S at 180°. Consequently, along the intertropical convergence zone, the west wind prevails, whereas east winds blow elsewhere. The equatorial upwelling sustained by the east wind reaches westward at 165° E and the low-salinity water approaches eastward at 160° W. The spread of the tropical salinity maximum is very small.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à l'ouest de 170° W entre 5° N et 2° S au lieu de la position habituelle 10° N à l'ouest de 140° E. Sur l'équateur, à la place de vent d'est, le vent d'ouest souffle à l'ouest de 170° W, la partie occidentale de l'upwelling équatorial a disparu et est remplacée par de l'eau de faible salinité. D'un autre côté, le vent d'est qui souffle au sud de 10° S entraîne une sécheresse et de l'eau de forte salinité apparaît principalement dans la partie orientale de la zone. Ces traits sont caractéristiques d'une année anormale telle que 1958 et ont été mis en évidence par DONGUY et HENIN (1976 a).

The intertropical convergence zone lies west of 170° W between 5° N and 2° S as opposed to 10° N west of 140° E. Instead of east wind, the west wind prevails on the equator west of 170° W and the western part of the equatorial upwelling disappears and is replaced by low-salinity water. On the other hand, the east wind blowing south of 10° S sustains a drought and high-salinity waters appear mainly in the eastern part of the area. These features are characteristic of an anomalous year such as 1958 and described by DONGUY and HENIN (1976a).

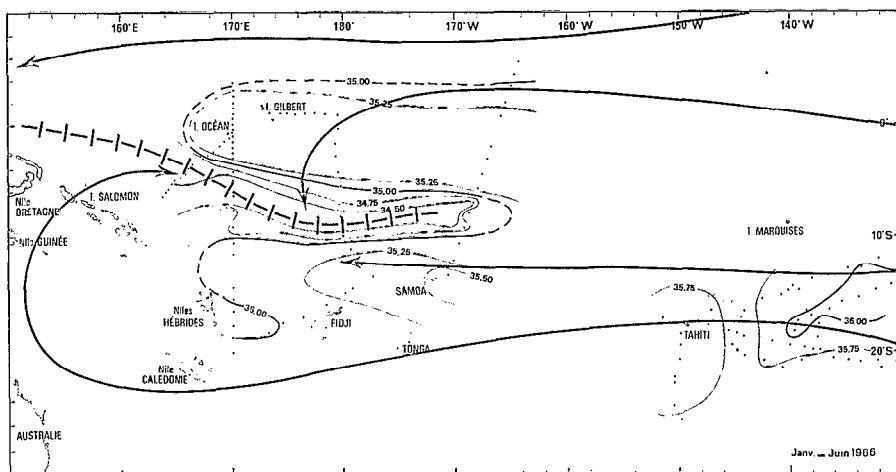


FIG. 26. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1966
Navifacial salinity — January-June 1966

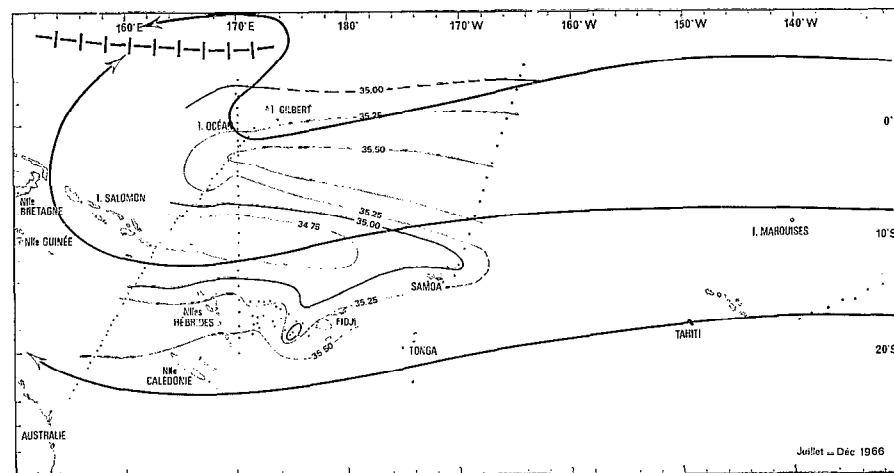


FIG. 27. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1966
Navifacial salinity — July-December 1966

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Bora 2	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 10 - N.O.D.C. 350054.
OURAGAN	S.H.O.M. Paris	
E. V. HENRY	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Bora 4	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 12 - N.O.D.C. 350051.
HOKUSEI MARU	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Rec. Oceanog. Obs. Expl. Fish. n° 12 -
Cruise 20	U.S.S.R. Marine Hydro-physical Institute	N.O.D.C. 900156.
MICKAIL	S.H.O.M. Paris	
LOMONOSOV	U.S. B.C.F. Honolulu	
OURAGAN	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships		
Merchant ships		

La zone de convergence intertropicale des vents est située entre l'équateur à 150° E et 10° S à 170° W. Sur l'équateur, les vents de nord-est sont assez forts pour induire un upwelling ; néanmoins vers 10° S les vents d'ouest amènent de la pluie. Au sud de la zone de convergence, les vents viennent de l'ouest. Entre 5° S et 10° S, une bande de faible salinité due au vent d'ouest atteint à l'est 165° W ; au sud de 10° S, une bande de forte salinité atteint à l'ouest 170° W. Début 1966, les conditions de surface redeviennent donc peu à peu normales dans le Pacifique sud-ouest.

The intertropical convergence zone lies between the equator at 150° E and 10° S at 170° W. On the equator, the northeast winds are strong enough to induce an upwelling, whereas west winds at approximately 10° S cause rainfall. East winds prevail to the south of the convergence zone. Due to the west wind, from 5° S to 10° S, a tongue of low-salinity water reaches eastward at 165° W ; south of 10° S, a tongue of high-salinity reaches westward at 170° W. Early in 1966, the navifacial conditions become gradually normal in the south-west Pacific.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° N à l'ouest de 180°. Sauf dans la partie nord-ouest de la zone où le vent vient du sud-ouest, le vent d'est souffle partout. Les conditions de surface sont à peu près redevenues normales puisqu'on observe une extension vers le sud à environ 10° S de l'eau de faible salinité ainsi que la présence d'un upwelling équatorial normal.

The intertropical convergence zone lies at 10° N west of 180°. Except in the northwestern part of the area where the wind is southwest, the east winds prevail. The navifacial situation is almost normal again since there is a southward extension of the low-salinity water at about 10° S when accompanied by an usual equatorial upwelling.

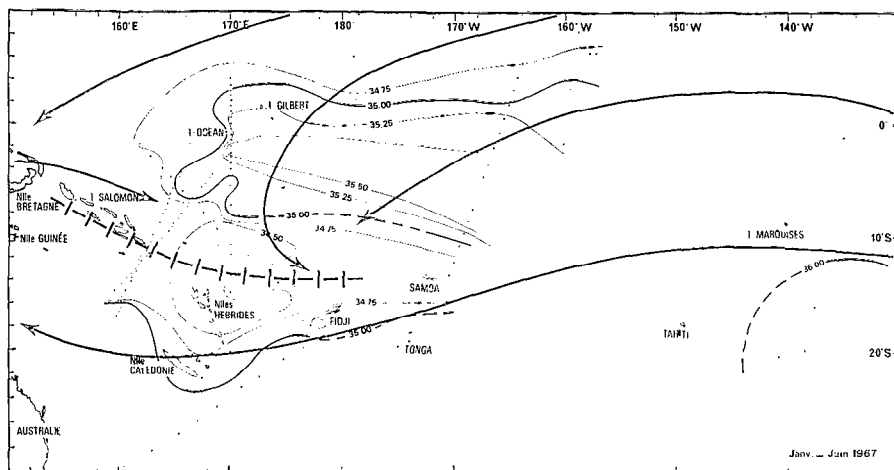


FIG. 28. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1967
Navifacial salinity — January-June 1967

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Cyclone 2	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 20 - N.O.D.C. 350034.
DIAMANTINA	Australia	N.O.D.C. 090058.
MICKAIL	U.S.S.R. Marine Hydro-physical Institute	N.O.D.C. 900156.
LOMONOSOV	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 75-14.
ARGO Nova Expedit.	National Ocean Survey	N.O.D.C. 310892.
SURVEYOR	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships		

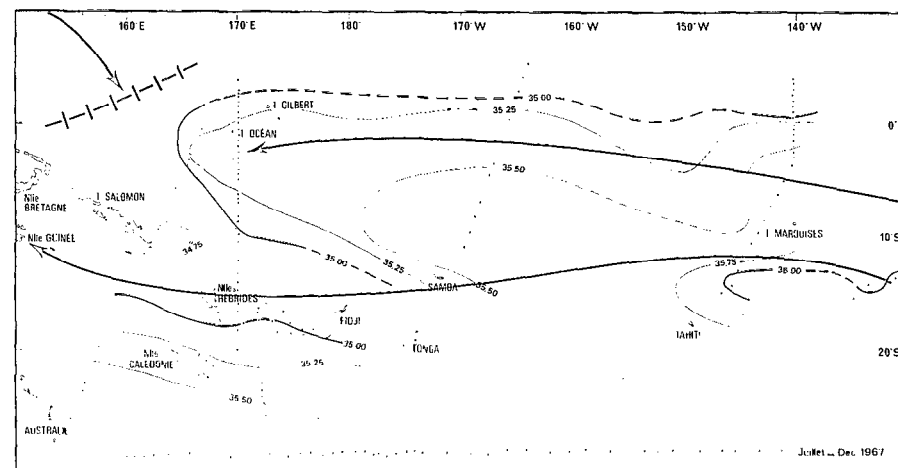


FIG. 29. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1967
Navifacial salinity — July-December 1967

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Cyclone 6	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 27 - N.O.D.C. 350038.
CORIOLIS Diadème	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 34 - N.O.D.C. 350049.
ELTANIN Scorpio	U.S. National Science Fondation.	S.I.O. 69-15 - N.O.D.C. 311212.
ARGO Nova Expedit.	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 75-14.
HOKUSEI MARU	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Record Oceano. Obs. Expl. Fish. n° 14.
OURAGAN	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	

La zone de convergence intertropicale des vents occupe sa position saisonnière. En conséquence, les vents soufflent normalement et les conditions de surface habituelles réapparaissent, telles que la prolongation de l'upwelling équatorial jusqu'à 165° E et l'extension des eaux de faible salinité au sud de 10° S.

The intertropical convergence zone occupies its normal place for the season. Consequently, the winds prevail normally and the usual navifacial conditions reoccur, such as the extension of the equatorial upwelling to 165° E and the spreading of the low-salinity waters south of 10° S.

La zone de convergence intertropicale des vents est située près de l'équateur à l'ouest de 170° E. Sauf dans la partie nord-ouest de la zone, le vent d'est souffle partout. En conséquence, l'upwelling équatorial atteint au moins 170° E mais la rareté des données disponibles ne permet pas plus de conclusions.

The intertropical convergence zone lies close to the equator west of 170° E. Except in the north-western part of the area, the east wind prevails. Consequently, the equatorial upwelling reaches at least 170° E but the small amount of data available does not allow any more conclusion to be drawn.

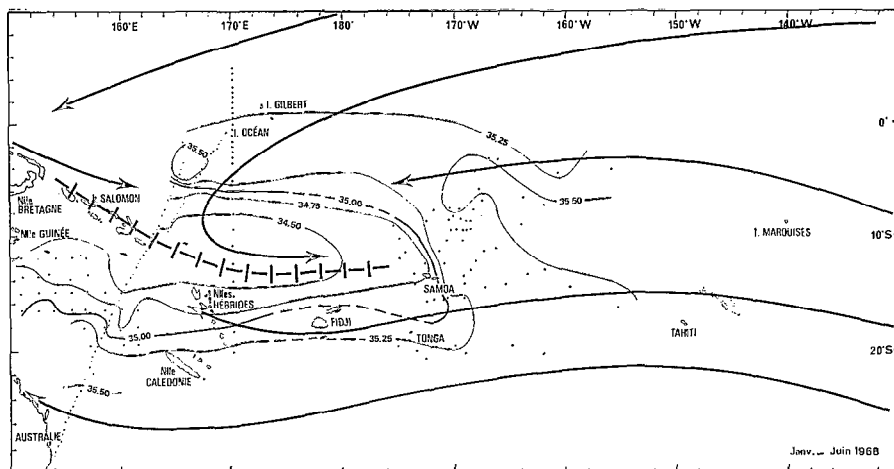


FIG. 30. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1968
Navifacial salinity — January-June 1968

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Cyclone 7	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 31 - N.O.D.C. 350055.
BURTON ISLAND	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 71-25.
AGASSIZ Styx	S.I.O. La Jolla	S.I.O. 71-25.
DIAMANTINA CS4/1	R.A.N. Research Laboratory Australia	R.A.N.R.L. Tech. Mem. n° 2/69 - N.O.D.C. 090063.
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	

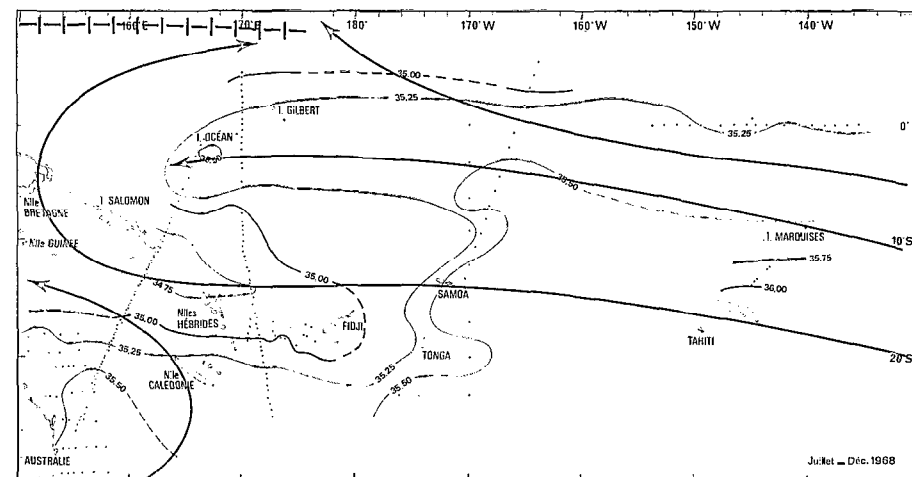


FIG. 31. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1968
Navifacial salinity — July-December 1968

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Cyclone 7	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 31 - N.O.D.C. 350055.
CORIOLIS Caride 2	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. n° 36 - N.O.D.C. 350040.
KAIYO MARU	Japan Fisheries Agency	Kaiyo Report n° 3.
HOKUSEI MARU	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Record Oceanog. Obs. Expl. Fish. n° 1.
Cruise 26	Ocean Research Institute Tokyo	N.O.D.C. 498001.
HAKUHO MARU KH 68-4	R.A.N. Research Laboratory Australia	R.A.N.R.L. Tech. Mem. n° 4/69.
DIAMANTINA CS4/3	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships		

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° S environ, ce qui est normal pour la saison. Sur l'équateur, le vent est nord-est ; le long de la zone de convergence, le vent souffle du nord-ouest ; au sud de la zone de convergence, c'est le vent d'est qui souffle. L'upwelling équatorial atteint à l'ouest au moins 170° E et probablement 160° E et on peut noter l'extension saisonnière de l'eau de faible salinité.

As is normal for the season, the intertropical convergence zone lies at roughly 10° S. On the equator, the wind is northeast ; along the convergence zone, the northwest wind blows ; south of the convergence zone, the east wind prevails. The equatorial upwelling reaches at least westward at 170° E and probably at 160° E and the seasonal extension of the low-salinity water may be observed.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° N environ. Le vent d'ouest souffle au nord de l'équateur et à l'ouest de 170° E ; le vent d'est souffle partout ailleurs. L'upwelling équatorial semble avoir une extension normale pour la saison. La contraction de la surface occupée par l'eau de faible salinité semble en relation avec l'extension de l'eau de forte salinité qui prolonge le maximum tropical de salinité.

The intertropical convergence zone lies at roughly 10° N. The west wind blows north of the equator and west of 170° E ; the east wind prevails elsewhere. The equatorial upwelling seems to have a normal extension for the season. A contraction of the surface occupied by the low-salinity water seems to be connected with the spreading of the high-salinity water which extends the tropical salinity maximum.

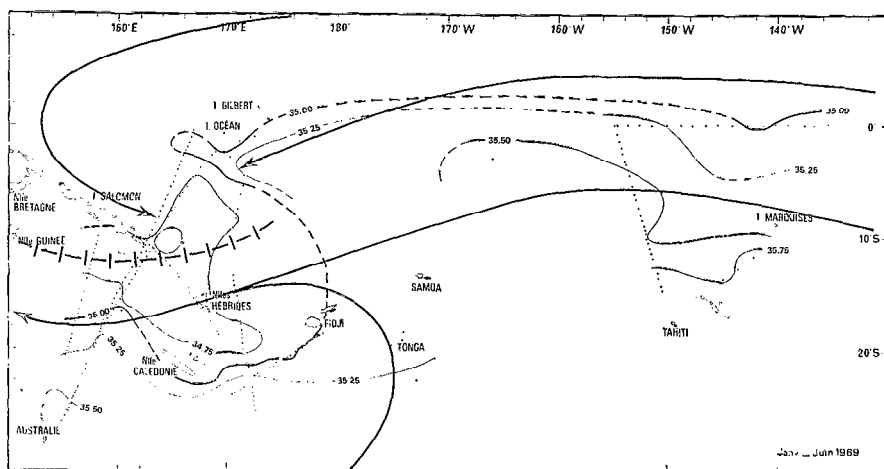


FIG. 32. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1969
Navifacial salinity — January-June 1969

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Caride 3	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 36 - N.O.D.C. 350041.
Charles H. DAVIS Merchant ships	U.S. Naval Oceanog. Office C.S.I.R.O. Cronulla	N.O.D.C. 311516.

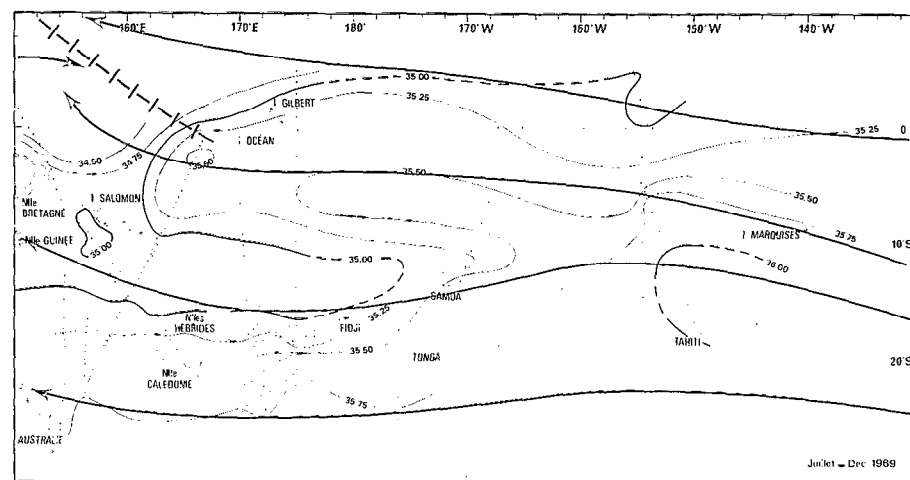


FIG. 33. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1969
Navifacial salinity — July-December 1969

Vessel and Expedition	Institute	References
KOYO MARU	Shimonoseki University of Fisheries.	Data Report of C.S.K. n° 261.
HOKUSEI MARU Cruise 29	HOKKAIDO UNIVERSITY	Data Record Oceanog. Obs. Fish. n° 15.
IAKUHO MARU KH 69-4	Ocean Research Insti- tute Tokyo	N.O.D.C. 490726.
CORIOLIS Caride 4-5	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 40 - N.O.D.C. 350043.
Merchant ships Merchant ships Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu O.R.S.T.O.M. Nouméa C.S.I.R.O. Cronulla	

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° S à l'ouest de 175° E. Sur l'équateur, le vent d'est souffle jusqu'à 165° E dans l'ouest ; au sud de la zone de convergence, le vent est nord-est. L'upwelling équatorial existe comme à la normale mais, à cause de la faible extension vers l'est de la zone de convergence, la contraction de l'eau de faible salinité continue.

The intertropical convergence zone lies at 10° S west of 175° E. On the equator, the east wind prevails westward to 165° E; south of the convergence zone the wind is northeast. The equatorial upwelling occurs normally but, due to the small eastward extension of the convergence zone for the season, there is a contraction of the low-salinity water.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à l'ouest de 170° E près de l'équateur au lieu de 10° N. Sauf dans cette région, le vent souffle de l'est. En conséquence, l'upwelling équatorial atteint 165° E, tandis qu'à l'ouest de cette longitude, on note la présence d'eau de faible salinité. A 10° S la surface intéressée par l'eau de faible salinité est minimum ; c'est la fin d'un processus qui a commencé en 1967.

The intertropical convergence zone lies west of 170° E close to the equator as opposed to 10° N. The east winds prevail everywhere except in this area. Consequently, the equatorial upwelling reaches 165° E, the low-salinity water occurring west of this longitude. At 10° S the surface covered by the low-salinity water is minimum ; this is the end of a process started in 1967.

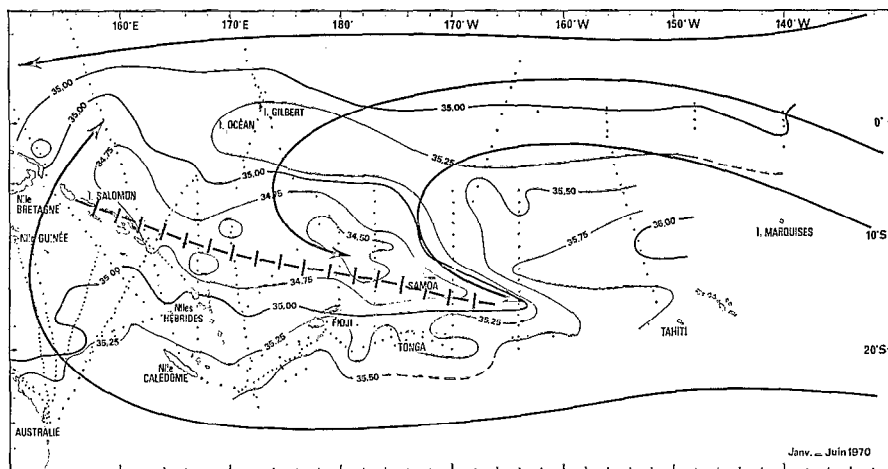


FIG. 34. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1970
Navifacial salinity — January-June 1970

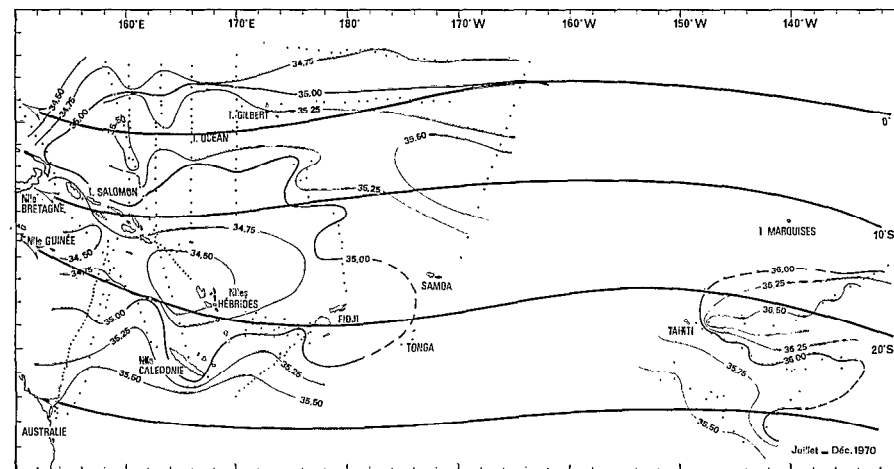


FIG. 35. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1970
Navifacial salinity — July-December 1970

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Cassiopée	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 44 - N.O.D.C. 350057.
CORIOLIS Danaïdes	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 52 - N.O.D.C. 350057.
CORIOLIS Eponite	O.R.S.T.O.M. Nouméa	Rapp. Sci. O.R.S.T.O.M. Nouméa n° 48 - N.O.D.C. 350076.
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Vessel and Expedition	Institute	References
HOKUSEI MARU Cruise 32 RADUGU	HOKKAIDO UNIVERSITY Far Eastern Hydrometeorological Scientific Research Institute U.S.S.R.	Data Rec. Oceanog. Obs. Fish. n° 16.
Navy ships	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Si les conditions météorologiques décrites sur la figure 33 n'étaient pas entièrement normales, celles de la figure ci-dessus le sont : la zone de convergence intertropicale des vents est située entre 10° S et 20° S et induit du vent d'ouest au nord, du vent d'est au sud, des alizés d'est sur l'équateur. En conséquence, l'upwelling équatorial atteint 160° E. A la place de l'extension minimum de l'eau de faible salinité observée précédemment, on remarque, au contraire, son important développement à 10° S puisque l'isohaline 35,0 ‰ atteint à l'est 164° W. Ce trait a été souligné par DONGUY, HENIN, ROUGERIE (1974).

If the meteorological conditions shown in figure 33 were not completely normal, those in the present figure are very current : the intertropical convergence zone between 10° S and 20° S induces the west wind in the north, the east wind in the south and the trade wind on the equator. Consequently, the equatorial upwelling reaches 160° E. Instead of the former minimum extension of the low-salinity water, a large spreading is observed at 10° S and the 35,0 ‰ isohaline reaches eastward at 164° W. This feature was described by DONGUY, HENIN, ROUGERIE (1974).

La zone de convergence intertropicale des vents est située à l'extérieur de la carte à 10° N à l'ouest de 150° E. Les alizés d'est soufflent dans toute la région considérée. En conséquence l'upwelling équatorial est particulièrement intense jusqu'à 160° E à l'ouest. En même temps, on remarque la contraction saisonnière de l'eau de faible salinité.

The intertropical convergence zone lies beyond the map at 10° N west of 150° E. The east trade wind prevails everywhere. Consequently, the equatorial upwelling is particularly strong as far westward as 160° E. Simultaneously there is a seasonal contraction of the low-salinity water.

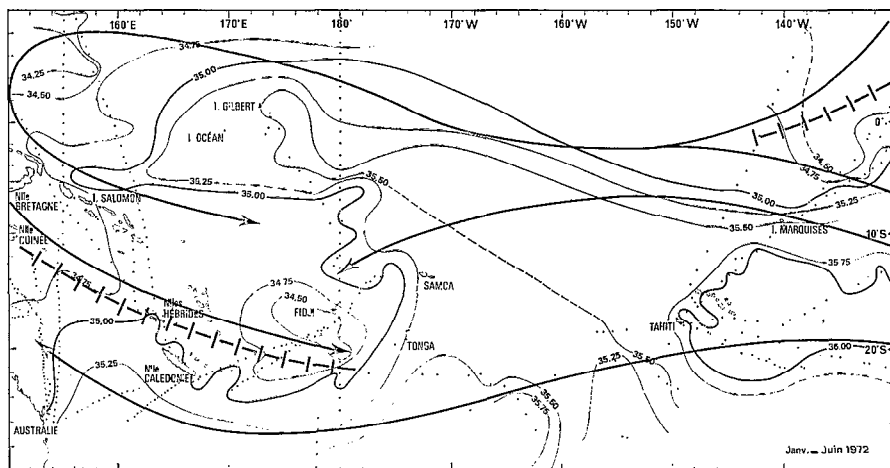


FIG. 38. — Salinité de surface — Janvier-Juin 1972
Navifacial salinity — January-June 1972

Vessel and Expedition	Institute	References
SCHOKALSKY	Far Eastern Hydrometeorological Scientific Research Institute U.S.S.R.	Data Report C.S.K. n° 330.
RYOFU MARU	Fisheries Agency Japan	Data Report C.S.K. n° 331.
Navy ships	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

La zone de convergence des vents est située à l'ouest de 180° de 10° S à 20° S. Au nord de la zone de convergence, le vent vient de l'ouest ; à l'est de 180°, c'est l'alizé d'est qui souffle. A cause de la présence du vent d'ouest près de l'équateur, l'upwelling équatorial est moins étendu vers l'ouest que précédemment. Un minimum de faible salinité persiste autour des Iles Fidji. A l'est de 140° W on observe une apparition inhabituelle d'eau de faible salinité atteignant 8° S vers le sud. Cette particularité peut probablement s'expliquer par la présence à cet endroit de la zone de convergence des vents.

The intertropical convergence zone lies west of 180° from 10° S to 20° S. North of the convergence zone, the west wind prevails; east of 180° , the east trade wind blows. Due to the presence of the west wind close to the equator, the equatorial upwelling reduces its westward extension. An isolated low-salinity minimum persists around Fiji Island. East of 140° W, an unusual spreading of low-salinity water occurs, reaching southward at 8° S. The cause of this phenomenon would probably be the local presence of the wind convergence zone.

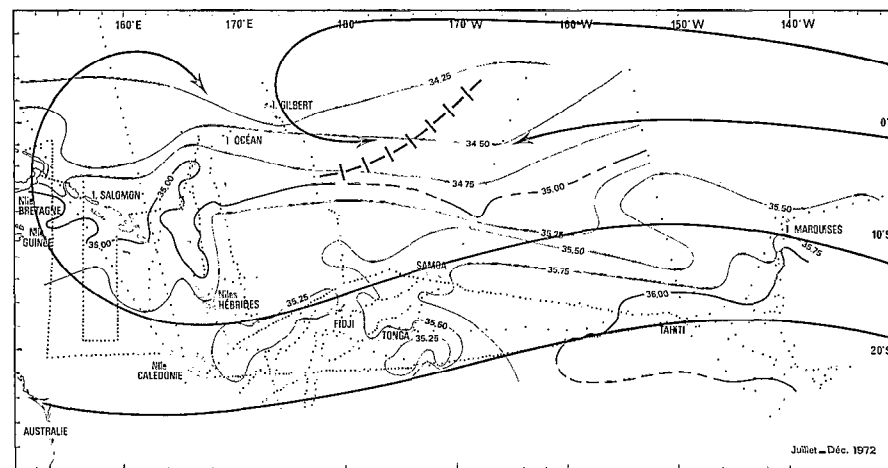
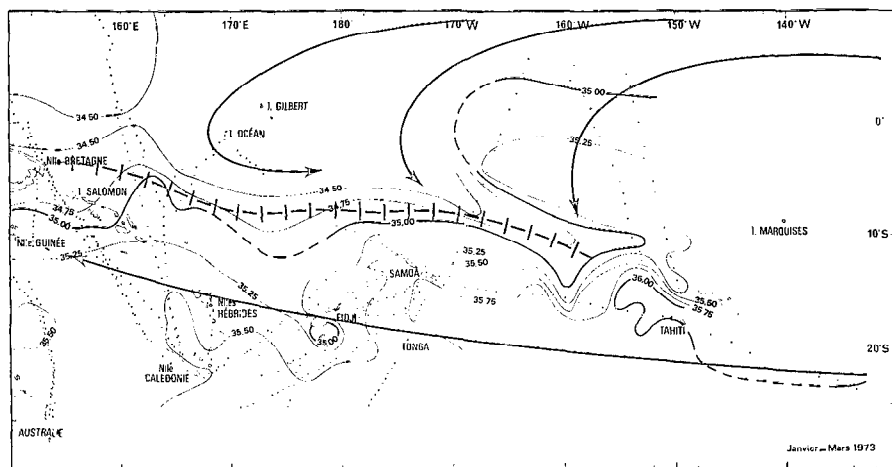


FIG. 39. — Salinité de surface — Juillet-Décembre 1972
Navifacial salinity — July-December 1972

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Gorgone 1	O.R.S.T.O.M. Nouméa	N.O.D.C. 350077;
Navy ships	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

La zone de convergence intertropicale des vents est située à environ 5° S à l'ouest de 170° W. Au sud de 10° S l'alizé d'est souffle. L'eau de faible salinité due à la zone de convergence remplace au nord de 10° S, l'eau de forte salinité due à l'upwelling équatorial. On remarque une eau de forte salinité au sud de 10° S. Ces traits sont caractéristiques du début d'une année anormale telle que 1958.

The intertropical convergence zone lies at roughly 5° S west of 170° W. South of 10° S the east trade wind prevails. Low-salinity water connected with the convergence zone is present north of 10° S instead of the high-salinity due to the equatorial upwelling. High-salinity water occurs south of 10° S. These features are characteristic of the beginning of an anomalous year, as in 1958.



Vessel and Expedition	Institute	References
LE NOROIT	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
Navy ships	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

A l'ouest de 160° W, la zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° S. Les vents qui viennent du nord-est au nord de l'équateur, sont déviés à l'ouest-nord-ouest entre 5° S et 10° S. Au sud de la zone de convergence, les alizés de sud-est provoquent une sécheresse dans les îles du Pacifique sud-ouest. Il en résulte, à l'ouest de 170° W, que l'eau de faible salinité s'étend au nord de 10° S, et atteint 155° W selon une étroite bande. L'upwelling équatorial persiste encore à l'est de 170° W. Au sud de 10° S, l'eau de forte salinité est partout présente. Ces traits anormaux ont été décrits par DONGUY et HENIN (1976 a).

West of 160° W, the intertropical convergence zone lies at 10° S. The winds, northeast north of the equator, are deflected to west-northwest between 5° S and 10° S. South of the convergence zone, the southeast trade winds sustain a drought in the southwest Pacific islands. As a result, west of 170° W, low-salinity water occurs north of 10° S, reaching 155° W by a narrow tongue. The equatorial upwelling still persists east of 170° W. South of 10° S, high-salinity waters are present everywhere. These anomalous features are described by DONGUY and HENIN (1976).

[illegible]

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS	O.R.S.T.O.M. Nouméa	
Navy ships	S.H.O.M. Paris	
Merchant ships	U.S. B.C.F. Honolulu	
Merchant ships	C.S.I.R.O. Cronulla	
Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa	

La zone de convergence intertropicale des vents se situe à 10° S jusqu'à 150° W vers l'est. Au nord de la zone de convergence, le vent souffle du nord-est tandis qu'au sud il vient du sud-ouest. La salinité est faible le long de la zone de convergence jusqu'à 165° W dans l'est. Au nord, l'upwelling équatorial est de nouveau provoqué par le vent d'est, et de fortes salinités persistent dans le sud. De faibles salinités sont aussi présentes à l'est de 145° W au nord de 10° S. Avec cette situation de surface, se terminent les traits anormaux observés dans le Pacifique sud-ouest depuis juillet 1972.

The intertropical convergence zone lies at roughly 10° S as far eastward as 150° W. North of the convergence zone, there is the northeast wind and, in the south, the southwest wind prevails. The salinity is low along the convergence zone as far eastward as 165° W. In the north, the equatorial upwelling is again sustained by the east wind, whereas a high salinity persists in the south. Low salinity is also present east of 145° W and north of 10° S. This navigational situation ends the anomalous phenomena which have occurred since July 1972 in the south-west Pacific.

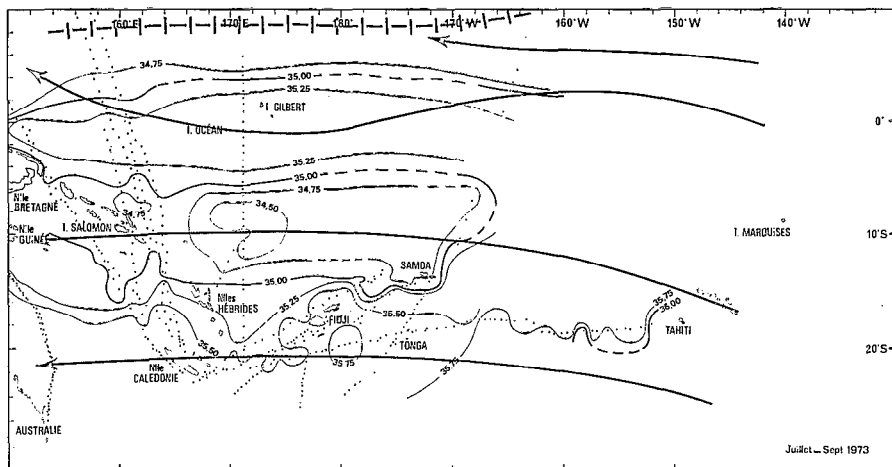


FIG. 42. — Salinité de surface — Juillet-Septembre 1973
Navifacial salinity — July-September 1973

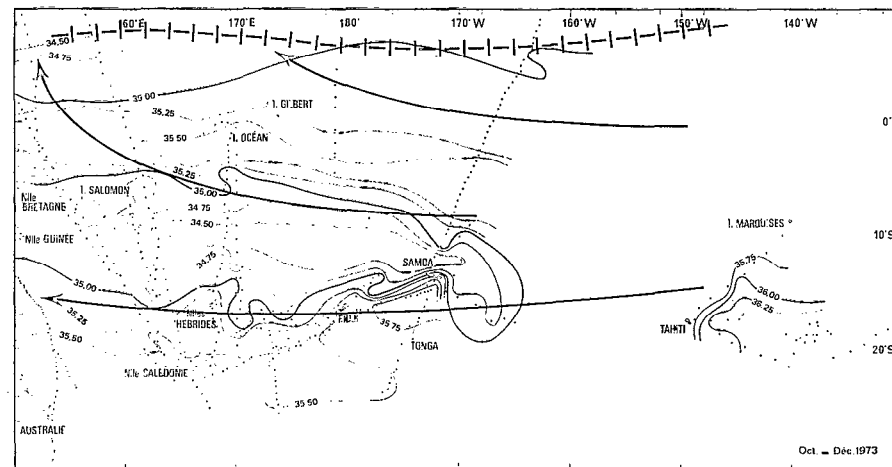


FIG. 43. — Salinité de surface — Octobre-Décembre 1973
Navifacial salinity — October-December 1973

Vessel and Expedition	Institute	References
LE NOROIT Minepo 1 Navy ships Merchant ships Merchant ships Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa S.H.O.M. Paris U.S. B.C.F. Honolulu C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa	N.O.D.C. 350078.

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Vaté CORIOLIS Diaphus 12 MELVILLE Geosec SHOYO MARU Navy ships Merchant ships Merchant ships Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa O.R.S.T.O.M. Nouméa S.I.O. La Jolla Fisheries Agency Japan S.H.O.M. Paris C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa Pacific Environmental Group Monterey U.S.A.	N.O.D.C. 350078. Data Report of C.S.K. n° 381.

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° N, c'est-à-dire à sa position normale pour la saison, mais elle s'étend loin dans l'est. Le vent d'est souffle dans toute la zone considérée. Les données disponibles sont situées à l'ouest de 165° W et montrent la présence d'eau de faible salinité à 10° S, d'eau de forte salinité due à l'upwelling près de l'équateur ainsi qu'au sud de 15° S.

The intertropical convergence zone of the winds lies at 10° N which is the normal place for the season, but it extends far more eastward. The east wind prevails everywhere. Available data are located west of 165° W and show low-salinity water occurring at 10° S and high-salinity water due to the upwelling close to the equator and also south of 15° S.

La zone de convergence intertropicale des vents est encore située à 10° N. Le vent d'est souffle excepté dans l'ouest de la zone considérée où il est dévié au sud-ouest. En conséquence, par suite de la persistance du vent d'est, la surface de la zone de faible salinité est en diminution. L'upwelling équatorial atteint à l'ouest 150° E avec une salinité de surface supérieure à 35,50 ‰ tandis que de fortes salinités existent aussi au sud de 15° S.

The intertropical convergence zone still lies at 10° N. The east wind prevails everywhere and is deflected to the southeast west of the area. Consequently, due to the continuation of the east wind, low-salinity area has a decreasing surface. The equatorial upwelling reaches westward 150° E with a surface salinity more than 35,50 ‰. High salinity also occurs south of 15° S.

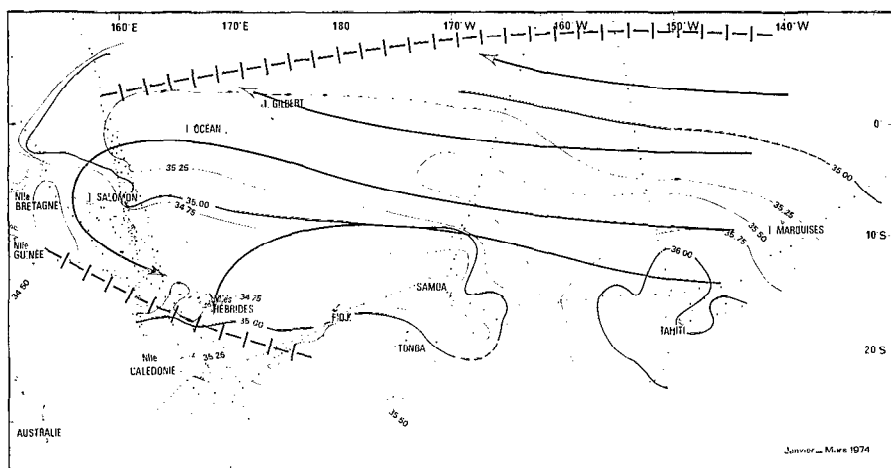


FIG. 44. — Salinité de surface — Janvier-Mars 1974
Navifacial salinity — January-March 1974

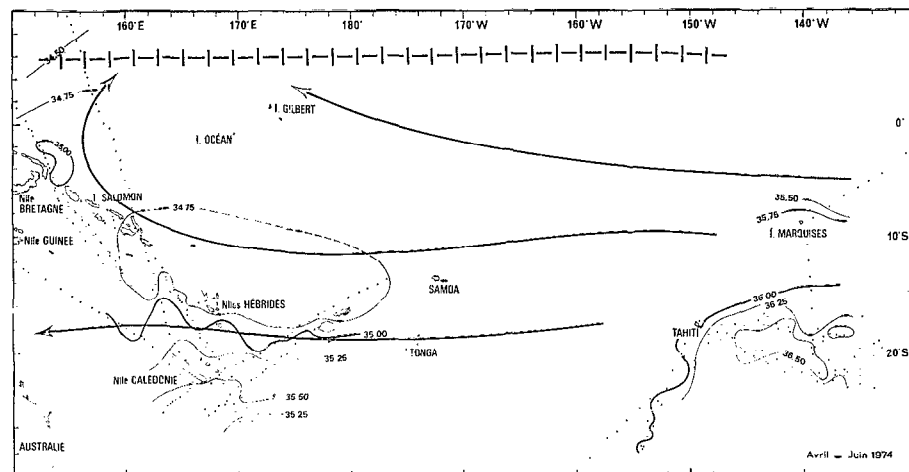


FIG. 45. — Salinité de surface — Avril-Juin 1974
Navifacial salinity — April-June 1974

Vessel and Expedition	Institute	References
MELVILLE Geosec Navy ships Merchant ships Merchant ships Merchant ships	S.I.O. La Jolla S.H.O.M. Paris C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa Pacific Environmental Group Monterey U.S.A.	

Vessel and Expedition	Institute	References
Navy ships Merchant ships Merchant ships	S.H.O.M. Paris C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa	

Bien que la zone de convergence intertropicale des vents persiste à 10° N environ, une autre apparaît au sud de 10° S à l'ouest de 180°. Entre elles, le vent souffle de l'est mais il est dévié au nord-ouest au sud de 10° S. Ce vent de nord-ouest amène des précipitations et, par suite, la zone de faible salinité au sud de 10° S et à l'ouest de 170° W prend son extension saisonnière. L'upwelling équatorial présente une salinité plus faible que précédemment dans sa partie occidentale.

Although the intertropical convergence zone persists at roughly 10° N, there is another located south of 10° S and west of 180°. Between the two convergence zones, the east wind prevails but it is deflected to the north-west south of 10° S. Due to the north-west wind which induces rainfall, the low-salinity area south of 10° S and west of 170° W adopts its seasonal extension. The equatorial upwelling shows lower salinity than previously in the western part.

La zone de convergence intertropicale des vents est à nouveau située à 10° N. Le vent, de composante est, est dévié au sud-ouest, à l'ouest de 170° E. En conséquence, la salinité de surface près de l'équateur est inférieure à 35,00 ‰. La zone de faible salinité semble atteindre 175° W. La faible quantité de données disponibles ne permet pas de tirer plus de conclusions.

The intertropical convergence zone lies once again at 10° N. The wind, roughly east, is deflected to the south-west, west of 170° E. Consequently, the surface salinity close to the equator is less than 35,00 ‰. The low salinity area seems to reach 175° W. The scarcity of data does not allow any further conclusions to be drawn.

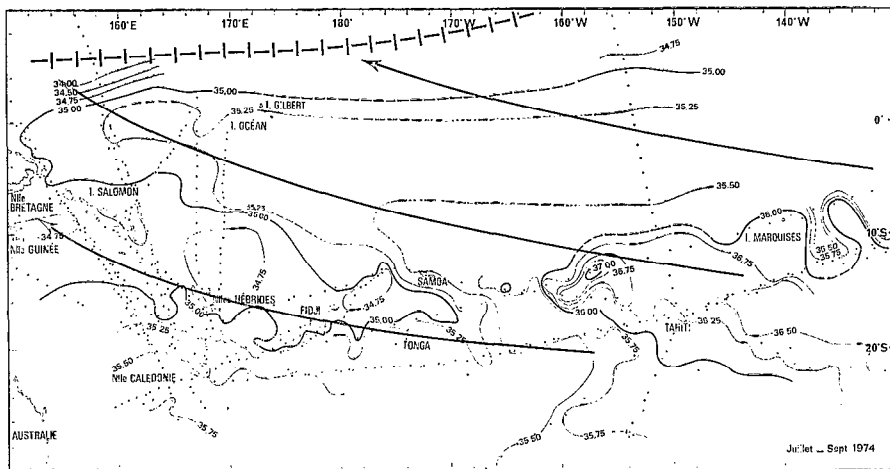


FIG. 46. — Salinité de surface — Juillet-Septembre 1974
Navifacial salinity — July-September 1974

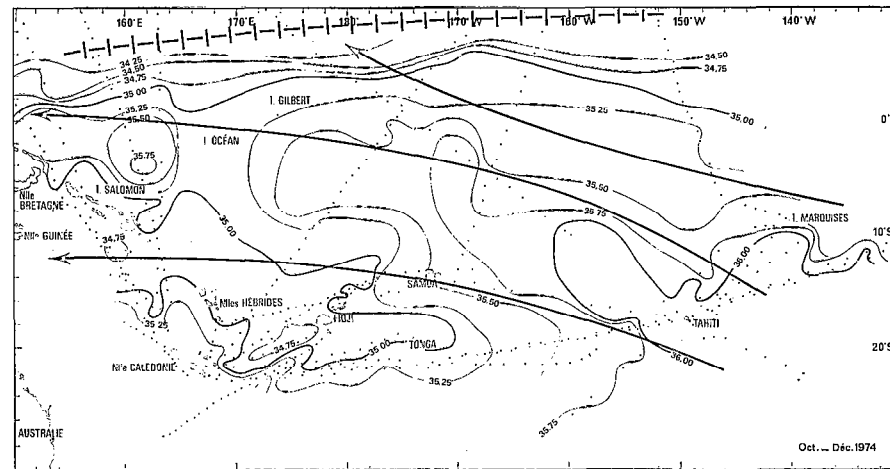


FIG. 47. — Salinité de surface — Octobre-Décembre 1974
Navifacial salinity — October-December 1974

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Minepo 2 Navy ships Merchant ships Merchant ships Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa S.H.O.M. Paris C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa Pacific Environmental Group Monterey U.S.A.	N.O.D.C. 350086.

Vessel and Expedition	Institute	References
CORIOLIS Navy ships Merchant ships Merchant ships Merchant ships	O.R.S.T.O.M. Nouméa S.H.O.M. Paris C.S.I.R.O. Cronulla O.R.S.T.O.M. Nouméa Pacific Environmental Group Monterey U.S.A.	

La zone de convergence intertropicale des vents est située à 10° N et le vent de sud-est souffle dans toute la région. Ce vent induit l'upwelling équatorial avec une salinité supérieure à 35,25 ‰ à l'ouest de 170° E. La zone de faible salinité s'étend vers le sud-est jusqu'à 170° W. Le maximum tropical de salinité atteint vers 160° W des valeurs supérieures à 36,75 ‰.

The intertropical convergence zone lies at 10° N and the overall wind is south-east. This wind sustains the equatorial upwelling where surface salinity is more than 35,25 ‰ west of 170° E. The low salinity area extends to the south-east as far as 170° W. The maximum tropical salinity reaches higher values than 36,75 ‰ at 160° W.

La zone de convergence intertropicale des vents est toujours située entre l'équateur et 10° N. En conséquence, le vent d'est souffle dans toute la région considérée. Une grande quantité de données de surface permet une bonne description de la situation : l'upwelling équatorial semble être fort, même dans l'extrémité occidentale de la région où la salinité atteint 35,50 ‰ à 160° E ; la zone de faible salinité s'étend vers le sud-est jusqu'aux Iles Fidji mais avec des valeurs généralement supérieures à 34,75 ‰ ; le maximum tropical de salinité s'étend vers l'ouest, les valeurs supérieures à 36,0 ‰ atteignant 160° W.

The intertropical convergence zone still lies between the equator and 10° N. Consequently, the east wind prevails everywhere. A large amount of navifacial data gives a good idea of the area. The equatorial upwelling seems to be strong, even in the westernmost part of the area where the salinity reaches 35,50 ‰ at 160° E. The low salinity area extends to the south-east as far as Fiji Island but with values of generally more than 34,75 ‰. The salinity tropical maximum extends westward to 160° W with values of more than 36,00 ‰.